UNIVERSITÉ DE STRASBOURG FACULTÉ DE PHARMACIE

ANNÉE SCOLAIRE 1943-1944. N° 350

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU SOYA EN FRANCE

THÈSE

1 DEC. 1944

présentée et soutenue publiquement le 1944
devant la Faculté de Pharmacie de Strasbourg
pour obtenir le Grade de Docteur de l'Université
(Mention Pharmacie)

par

M. BARTHÉLÉMY
Pharmacien

Examinateurs de la Thèse : MM. A. GUILLAUME, Professeur, Président
R. SARTORY, Professeur } Juges
P. CORDIER, Professeur }

IMPRIMERIE GÉNÉRALE
JEAN DE BUSSAC
2, COURS SABLON, 2
CLERMONT-FERRAND

1944

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG FACULTÉ DE PHARMACIE

ANNÉE SCOLAIRE 1943-1944. N° 350

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU SOYA EN FRANCE

THÈSE

1 DEC. 1944

présentée et soutenue publiquement le 1944
devant la Faculté de Pharmacie de Strasbourg
pour obtenir le Grade de Docteur de l'Université
(Mention Pharmacie)

par

M. BARTHÉLÉMY
Pharmacien

Examinateurs de la Thèse : MM. A. GUILLAUME, Professeur, Président
R. SARTORY, Professeur } Juges
P. CORDIER, Professeur }

IMPRIMERIE GÉNÉRALE
JEAN DE BUSSAC
2, COURS SABLON, 2
CLERMONT-FERRAND

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

FACULTE DE PHARMACIE

ADMINISTRATION

MM. A. SARTORY, *Doyen*, C. ✻, I. ✪, C. ✠
VOLMAR, *Assesseur*, ✻, I. ✪.
MARANDON, *Secrétaire*, ✻, ✠, ✠, ✪.

PROFESSEURS

MM.	A. SARTORY, C. ✻, I. ✪, C. ✠.	Bactériologie.
	N.....	Botanique
	VOLMAR, ✻, I. ✪.....	Chimie organique.
	GUILLAUME, O. ✻, ✠, I. ✪, O. ✠	Pharmacie galénique.
	LAPP, I. ✪.....	Chimie analytique.
	CORDIER, ✪.....	Pharmacie chimique.
	R. SARTORY, ✪, O. ✠.....	Matière médicale.
	DUQUENOIS.....	Toxicologie.

COURS COMPLÉMENTAIRES

MM.	A. SARTORY.....	Hygiène.
	N.....	Hydrologie.
	VOLMAR.....	Chimie minérale.
	GUILLAUME.....	Zoologie
	LAPP.....	Physique
	PRÉLOT.....	Législation et Déontologie.
	CORDIER.....	Chimie biologique.
	R. SARTORY.....	Cryptogamie.
	N.....	Pharmacodynamie

CHEFS DE TRAVAUX PRATIQUES

MM.	COLLARD, ✻ ✠, I. ✪.....	Chimie pharmaceutique.
	N.....	Chimie et Physique.
	N.....	Histoire naturelle.
	LEDOUX, ✠.....	Bactériologie et Parasitologie

A MA FEMME

A MES PARENTS

A mon Président de thèse :

MONSIEUR LE PROFESSEUR ALBERT GUILLAUME

Officier de la Légion d'honneur
Officier du Mérite agricole

En témoignage de ma vive reconnaissance.

A mes Juges :

MESSIEURS LES PROFESSEURS R. SARTORY
ET P. CORDIER

Hommage de profonde gratitude.

A MES MAITRES
DE LA FACULTE DE PHARMACIE DE PARIS
ET DE LA FACULTE DE PHARMACIE
DE STRASBOURG

A MES AMIS

INTRODUCTION

L'étude des plantes oléagineuses est passée, depuis le début de cette guerre, au premier plan de l'actualité de la culture des plantes nécessaires à notre ravitaillement, avec celle des céréales. Les huiles végétales que nous importions en quantités considérables de l'étranger et de nos colonies avant 1939, nous font grandement défaut à l'heure actuelle, non seulement pour l'alimentation humaine et, sous forme de tourteaux plus ou moins oléagineux, pour la nourriture du bétail, mais encore pour notre industrie et nos transports qui ont besoin d'huile de graissage.

C'est pourquoi le Gouvernement, par l'intermédiaire du Ministère de l'Agriculture, a fait un large appel à nos agriculteurs pour les engager, dès 1940 et 1941, et surtout en 1942, 1943 et 1944, à cultiver sur de plus grandes superficies les plantes dont les graines sont riches en huile ; quelques-unes déjà cultivées autrefois sur de larges espaces et dont il convenait d'augmenter le rendement, comme Colza, Navette, Caméline, Pavot-Œillette ; d'autres, nouvelles, qu'il était nécessaire d'acclimater dans notre pays comme le Soya...

En dehors de quelques articles d'ensemble parus il y a plusieurs années sur cette dernière plante, de quelques ouvrages de vulgarisation et d'une courte étude sur l'utilisation du Soya faite récemment par M. le Professeur Guillaume dans la *Revue de Botanique appliquée*, le Soya est encore peu connu en France ; cependant viennent d'être créés la *Revue Internationale du Soya* et l'Institut National du Soya.

Nous sommes donc allés demander à M. le Professeur Guillaume de bien vouloir nous aider à approfondir cette question du Soya, pour tenter d'en faire une mise au point aussi complète et aussi claire que possible, et contribuer ainsi à la connaissance d'une plante qui prend aujourd'hui une importance capitale.

Très bien accueilli par M. Guillaume, qui a mis à notre disposition toute la riche documentation qu'il avait réussi à accumuler à Clermont sur ce sujet depuis son retour de la guerre, nous avons d'abord compulsé les ouvrages, les revues scientifiques, les articles de vulgarisation traitant de cette plante. Puis nous avons envisagé d'effectuer quelques expériences sur la graine et ses produits dérivés ; nous aurions voulu préparer au laboratoire toute la gamme de produits alimentaires et industriels que l'on peut fabriquer à partir du Soya, et les étudier au point de vue de leur utilisation dans l'alimentation et dans l'industrie ; telle était notre ambition !

Nous avons dû malheureusement nous borner (les graines, réservées exclusivement à la culture depuis 1943, nous ayant fait défaut) et nous contenter de faire sur une petite quantité de graines récoltées dans un jardin, des essais d'emploi du Soya comme succédané et comme produit de remplacement du café.

Il faudra probablement attendre le retour à la paix pour pouvoir disposer d'un stock, convenable et suffisant de graines permettant les expériences générales sur les différents emplois du Soya en France. Nous espérons cependant que l'étude que nous avons faite de cette plante, à la fois au point de vue de sa culture, sa composition chimique et son utilisation alimentaire et industrielle, pourra servir de base à ce grand travail que nous avions projeté.

Qu'il nous soit permis, avant d'aborder le sujet, d'exprimer à M. le Professeur Guillaume nos très vifs remerciements pour l'amabilité avec laquelle il nous a reçu à son laboratoire, et pour les nombreuses et savantes directives qu'il nous a données pour mener à bien cette mise au point sur le Soya que nous avons essayé de présenter d'une façon la plus complète, la plus claire, la plus précise que possible.

Nous prions MM. les Professeurs R. Sartory et P. Cordier, qui nous ont fait le grand honneur d'accepter de juger notre travail, de croire à nos sentiments de profonde gratitude.

I. — LA CULTURE DU SOYA

Quel chemin parcouru par la culture du soya depuis 1907, époque à laquelle le pharmacien commandant Bloch (4) présentait, dans le *Bulletin des Sciences pharmacologiques*, une mise au point très détaillée de la question de cette plante dont il préconisait les essais de culture à Madagascar ! Quelques années avant cette guerre, mais surtout depuis 1939-1940, par suite de la pénurie en matières grasses et en matières azotées dans l'alimentation et dans l'industrie de notre pays, le soya est passé de nouveau à l'ordre du jour.

Nous étudierons ici : 1° l'historique de sa culture ; son importance dans l'agriculture mondiale actuellement, culture en France et possibilités d'avenir : — 2° la composition chimique de ses graines ; — 3° les usages auquels la plante est destinée, à la fois au point de vue alimentaire et industriel.

I. — HISTORIQUE DE LA CULTURE

Son origine et son importance

Originaire de Mandchourie, le *Soya hispida*, ou pois oléagineux, est cultivé depuis plus de 4:000 ans par les Chinois qui en font, avec le riz, en l'absence de cours d'eau poissonneux, leur principal aliment ; car c'est un légume contenant parfois dans ses graines jusqu'à 45 % de protides, 15-20 % de lipides. Il est cultivé dans toutes les parties du monde, du 21^{me} degré de latitude sud au 60^{me} degré de latitude nord ; d'où diversité de milieux, mais aussi nombreuses variétés, chaque milieu devant être doté de celles qui lui conviennent le mieux. Selon Schad, en 1935, les

(1) On désigne indifféremment cette plante sous le nom de soya ou soja. Dans les pays où l'on prononce le j comme un i, en Allemagne notamment, on dit soja ; mais, par ailleurs, on écrit soya, et c'est cette orthographe qui a été adoptée par la littérature botanique et agronomique.

pays producteurs étaient par ordre d'importance en Asie : la Chine avec 6.300.000 ha de culture ; la Mandchourie 3.800.000 ha, la Corée 800.000 ha, le Japon 341.000 ha, les Indes Néerlandaises 237.000 ha, les Indes anglaises et notre Indochine ; les Etats-Unis arrivaient à 335.800 ha ; en Europe méridionale et centrale : U. R. S. S. 300.000 ha, la Roumanie, la Bulgarie ; également l'Afrique du Sud, l'Australie.

D'après J. Bordas, en 1940, « deux *graines* se classent en tête de la production mondiale, et elles n'ont encore pour la France qu'une importance secondaire ; ce sont les graines de coton et celles de soya. Ainsi, en 1933, on a produit 11.500.000 tonnes de coton et 7.773.400 tonnes de soya ».

1. — En *Extrême-Orient*, le soya, cultivé depuis l'antiquité, a pris une importance accrue ces derniers temps, pour des buts alimentaires et militaires. La production de la Chine a passé de 900.000 tonnes en 1928 à 4.800.000 tonnes en 1935 ; le Mandchoukouo, sous l'impulsion des Japonais, a produit à lui seul plus de 5 millions de tonnes par an, le Japon et la Corée réunis 950.000 tonnes. L'importation de la fève asiatique en Europe est passée d'environ 110.000 tonnes en 1908 à 1.200.000 tonnes environ en 1935, sur 3 millions de tonnes d'exportation sino-japonaise.

2. — Le soya a pris une grande extension aux *Etats-Unis*, pays où, cependant, trois cultures oléifères fournissaient des quantités considérables de graines : cotonnier et arachide dans les Etats du Sud, lin dans le Nord. Introduit en 1804, le soya resta longtemps une culture accessoire pour fourrages, cantonnée à l'est des Montagnes Rocheuses, dans la zone du maïs. Mais de bons résultats ayant été obtenus avec de nombreuses variétés de graines asiatiques peu à peu sélectionnées, les cultures se sont développées dans les Etats du Centre et de l'Est jusqu'à l'Atlantique ; en 1935, la production de l'Illinois était de plus de 5 millions de tonnes de graines, dépassant de loin tous les autres Etats, puisque le total atteignait 9.903.000 tonnes (Matagrin 1939) ; d'où récolte énorme représentant une valeur considérable et allant en croissant dans presque tous les Etats producteurs, 19/22, les Etats du Sud cultivant surtout pour le fourrage, ceux du Nord pour les semences et pour la vente à la consommation alimentaire (surtout pour nourrir les animaux domestiques) et industrielle.

Les stations expérimentales d'agriculture, ainsi que les laboratoires, ont joué un rôle important dans le choix des variétés de soya selon les climats et les sols. Mais, alors qu'en 1914 le soya n'avait aux Etats-Unis aucune importance

industrielle, en 1938 plus de vingt entreprises étaient créées pour la fabrication des produits alimentaires à base de soya ; une propagande intense (ouvrages de Piper et Morse 1923, articles de vulgarisation de Horwarth) encourageait à la consommation et, dès 1932, la fève acclimatée recevait le nom d' « aliment national ». Bien plus, l'étude chimique de la graine (huile et tourteau), et de ses emplois industriels, n'échappait pas aux Américains et, en particulier, au constructeur industriel H. Ford qui s'est fait, aux Etats-Unis, un véritable apôtre de l'utilisation intégrale du soya. Dès 1936, il dressait un programme d'exploitation agricole en rapport avec ses besoins industriels : huile, caséine, lécithine de soya, et, pour 1938, envisageait une consommation annuelle de plus de 161.000 hectolitres de graines correspondant à la production de 11.500.000 ha. Depuis, les Etats-Unis sont devenus fournisseurs de quelques Etats européens.

3. — Le soya en *Europe*. Importé d'Asie au début du XX[e] siècle, puis adopté par l'Allemagne dès le début de la crise des corps gras (1916), expérimenté enfin comme plante de grande culture grâce aux semences américaines, le soya est à l'étude dans presque tous les pays d'Europe depuis 1920.

a) *Allemagne*. D'après Matagrin, le récent accord entre l'Allemagne et le Japon prévoyait en particulier un échange d'armes de guerre et d'explosifs contre les fèves oléagineuses, et un troc analogue : « canons contre soya », avait été passé en 1934 avec la Mandchourie. Depuis 1930, l'Allemagne a importé, surtout d'Extrême-Orient, plus de un million de tonnes de graines de soya par an ; en vue de se libérer de ses achats extérieurs, elle encouragea les recherches sur cette plante, essaya de développer la culture chez elle en instituant des primes à la production ; son climat étant défavorable, elle favorisa la production du soya dans les pays balkaniques soumis à son influence : Bulgarie, Roumanie, Hongrie, Autriche, ayant ainsi l'intention de résoudre en partie le problème des corps gras (qui est d'un utile secours en temps de guerre) et de disposer par surcroît d'une farine de tourteau riche d'emplois alimentaires et industriels. D'après Schad, la consommation de graines de soya atteignait en 1938 en Allemagne 2 millions de tonnes contre 29.000 tonnes en France. Cette importance du soya, pour des pays comme l'Allemagne et la France, avait été bien mise en valeur, en 1937, par R. Salgues lorsqu'il écrivait : « Envisageant une guerre étrangère imposée ou

recherchée, il serait bon de prévoir un blocus plus ou moins effectif qui, entravant le libre jeu du commerce avec nos possessions d'outre-mer, tarirait rapidement nos ressources, diminuerait notre stock de matières premières nécessaires à la défense nationale et au ravitaillement des populations. Largement importateurs, c'est-à-dire tributaires de l'extérieur, davantage qu'en 1914 pour la raison que la politique agricole poursuivie depuis 1918 n'a pas encouragé les producteurs de colza, œillette, noix, olives pour huile à maintenir de telles cultures, nous serons donc, en cas de conflit, privés dès le début de matières grasses. L'Allemagne, qui se trouve dans des conditions similaires, l'a bien compris ; elle reçoit à doses massives du soya d'Extrême-Orient, en traite immédiatement une partie, met en stock le complément, fait étudier les possibilités de culture d'un végétal aussi précieux, non seulement sur son sol, mais encore dans des territoires amis. »

b) L'*Italie* a développé depuis vingt ans la culture du soya dans presque toutes ses régions agricoles et elle a essayé ou acclimaté un grand nombre de variétés américaines (ouvrage du Professeur Poggi, 1927 : *Conseils aux cultivateurs italiens*).

c) *Pays balkaniques :* La Bulgarie, la Roumanie, influencés par l'exemple de l'Ukraine et travaillés par la propagande allemande en sont aux essais de grande culture.

d) *Russie :* Introduit en Ukraine et en Bessarabie après 1870, mieux connu des Russes quand la construction du transsibérien les conduisit en Mandchourie (1896-1904), le soya intéressa au plus haut degré le gouvernement des Soviets qui vit là, non seulement une ressource pour l'intérieur (lutte contre la famine), mais aussi un élément fructueux d'exportation. Aussi le plan quinquennal prévoyait l'extension des cultures à plus de 3 millions d'ha avec une récolte d'au moins 15 quintaux à l'ha. Or, en 1935, l'U. R. S. S. a récolté environ un million de quintaux, chiffre énorme par rapport à la production du reste de l'Europe, mais seulement 1/10 de la production américaine et 1/5 de la production chinoise (Mandchourie non comprise). Les causes de l'échec russe ont été bien étudiées par Rouest (1936), et sont imputables au régime de l'agriculture dans ce pays. La Russie est cependant au cinquième rang des nations productrices de soya, alors qu'elle est moins favorisée que les Etats-Unis et que l'Extrême-Orient pour le climat.

e) La culture du soya en *France* est passée par deux phases successives : 1° La première, qui va sensiblement

jusqu'à cette guerre, où des essais ont été effectués dans différentes régions avec des graines d'importation ; 2° La seconde, qui se poursuit encore dans les stations de Recherches du Ministère de l'Agriculture, où l'on cherche à sélectionner des variétés de graines à maturité hâtive et convenant à chaque région agricole. Les craintes soulevées au cours de la guerre, pour le ravitaillement en matières grasses, ont fait songer à essayer, puis éventuellement à développer la culture du soya en France. Cependant le soya n'est qu'accessoirement une plante à huile, même dans les pays chauds, et si l'on cite parfois des teneurs de 20 % d'huile, elles ne sont atteintes souvent que sur certaines variétés en régions chaudes. D'après les observations de J. Lefèvre, présentées à l'Académie d'Agriculture, l'Union syndicale de l'Huilerie française n'admet qu'un rendement de 12 %, à côté de 40 % pour l'arachide décortiquée, 40 pour l'œillette et 35 pour le colza. Les rendements en poids, a-t-il dit, ne semblent pas compenser la teneur en huile. L'Amérique disposerait de variétés plus sélectionnées, mais elles n'ont pas encore été très étudiées chez nous et nous ne disposons pas de leurs semences en quantité suffisante. Au reste, plusieurs des caractères du soya : précocité, rendement, teneur, n'ont que des valeurs contingentes liées à des milieux déterminés.

1. — En 1740, Buffon, ayant obtenu des graines de soya de missionnaires chinois, inaugura au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris sa culture qui fut maintenue depuis. A partir de 1885 des tentatives de culture furent faites dans la région parisienne, sans grand succès d'ailleurs, à l'aide de graines distribuées par la Société Nationale d'Acclimatation ; elles furent arrêtées par la guerre de 1870. Mais, en Europe centrale, le Professeur Haberlandt entreprenait la culture de cette légumineuse dès 1875 à l'Ecole d'Agriculture de Vienne et, lors de l'Exposition universelle de 1878, il publiait une étude remarquable sur le soya pour démontrer son importance et en propager l'emploi en Autriche-Hongrie ; son livre ranima l'enthousiasme des partisans du soya en France : 1880, la Société d'Horticulture d'Etampes cultivait une variété jaune d'origine chinoise ; ce « soya d'Etampes » ainsi que tous les essais organisés dans diverses régions de France par la Société d'Acclimatation, ne furent pas heureux. La cause de ces échecs fut analysée par Pailleux (2) qui les attribuait à l'emploi de variété tardives, et aussi à la difficulté d'utiliser directement le soya comme légume : cuisson difficile de la graine trop dure,

impossibilité pour les cultivateurs français d'en trouver la vente. Le départ avait été malheureux, et la culture fut presque totalement abandonnée. Cependant dès 1888, grâce surtout aux échos de la presse scientifique, une campagne était organisée en France par les hygiénistes en faveur du soya ; le Dr Lecerf, Dujardin-Baumetz prescrivaient le pain de soya aux diabétiques et la graine de soya figure dès cette époque parmi les produits de régime. En 1907, le pharmacien commandant Bloch (4) entreprenait en faveur des préparations de soya (bouillon, pain, lait végétal, fromage de soya) une propagande que continuait à partir de 1910, le Dr Le Goff (5).

Profitant de ce mouvement d'opinion, une société chinoise munie de puissants capitaux, à la tête de laquelle se trouvait Li Yu Ying (9), n'hésita pas à s'installer en France dans le but de vulgariser l'emploi de tous les produits à base de soya et d'en faire apprécier les qualités alimentaires ; pour cela, elle édifia en 1910, aux Vallées, près de Colombes (Seine), une usine moderne : la « Caséo-sojanine », dans laquelle les produits étaient confectionnés par des ouvriers chinois spécialisés. Une analyse micrographique de farine entière de tourteau de soya, prélevée à cette usine, fut faite par E. Collin (6) au Laboratoire Central du Ministère de l'Agriculture, et parut dans les *Annales des Falsifications* à cette date, alors que les premiers essais chimiques avaient déjà été effectués par les Stations agronomiques, en 1901, par Lechartier, directeur de la Station de Rennes, et par Ch. Brioux, directeur de la Station de Rouen ; ils concluaient tous les deux que la production de la graine serait plus avantageuse sous un climat plus sec et plus chaud que ceux de Bretagne et de Normandie.

2. — La Grande Guerre survint, provoquant dans les pays bloqués une crise de ravitaillement en corps gras et une raréfaction en huiles siccatives ; l'huile de soya, semi-siccative, prit soudain un grand intérêt non seulement en Europe, mais en Amérique. Des spécialistes des deux mondes étudièrent de 1918 à 1925 l'huile de soya à la fois pour sa valeur alimentaire et son utilisation industrielle, et bientôt, l'huile n'étant plus considérée que comme un sous-produit, c'est le tourteau avec toutes ses applications alimentaires et industrielles qui prenait, ainsi que nous allons le voir plus loin, une importance considérable. Ainsi, vers 1930, le soya était déjà adopté dans une grande partie du monde, comme matière première pour l'industrie aussi bien que pour l'alimentation humaine et animale.

Alors les nations, reprenant chacune sur leur propre territoire les expériences culturales d'autrefois, envisageaient en même temps les applications industrielles.

En France, sitôt après la guerre de 1914, la maison Boulanger-Dausse entreprit la culture pour graines à Etrechy, près d'Etampes, en vue de la fabrication de produits de régime. Puis, dans notre pays, des apôtres de la culture du soya, agronomes et sélectionneurs, commencèrent leur active propagande ; des essais de sélection et d'acclimatement furent entrepris dans diverses localités. L. Rouest (12), dans le Midi de la France (Aude), publiait dès 1921, sa première étude, puis, de 1921 à 1930, poursuivait des essais de sélection en vue de propager des graines à maturité hâtive ; ensuite, de 1930 à 1935, il fut en Russie, directeur du laboratoire du soya dans le Caucase du Nord ; à son retour (1936), il publiait un livre qui fit époque dans l'étude de cette plante en France, en collaboration avec H. de Guerpel (14), autre apôtre infatigable qui, lui, perfectionna pendant cinq ans la culture des meilleures variétés de soya dans ses terres du manoir de Planvil, près Mézidon (Basse-Normandie) et acclimata en France des variétés étrangères très précoces et résistantes aux gelées. A la Station de sélection du P. L. M., Crépin poursuivit des recherches en partant d'une collection très complète rapportée de Russie ; elles donnèrent des résultats peu encourageants, le rendement variant de 2-3 quintaux à 15-18 quintaux à l'hectare. A la Station agronomique de la Seine-Inférieure, Ch. Brioux jugea indispensable de n'opérer qu'avec des variétés hâtives et productives, déjà adaptées à des régions possédant un climat voisin du nôtre ; il s'adressa dans ce but au Ministère de l'Agriculture des Etats-Unis qui voulut bien lui expédier des graines déjà sélectionnées de quelques variétés déjà cultivées dans la région des Grands Lacs ainsi qu'au Canada et y effectuant leur cycle de végétation complet en 90-100 jours. Il cultiva comparativement d'autres variétés provenant du Midi de la France : les résultats furent très divergents. En 1921, les variétés les plus hâtives, semées en avril, ne purent être récoltées qu'en septembre, soit 140-150 jours ; en 1922, année plus froide et plus pluvieuse, les graines des carrés d'expérience du Pays de Caux et du Roumois ne parvinrent pas à maturité. En 1923, après trois ans de sélection, Ch. Brioux notait encore des périodes végétatives de 130-160 jours avec floraison commençant seulement fin juillet pour des semis effectués en avril. Finalement, il renonça à ses essais, estimant que l'allongement de la période végétative du soya tenait exclusivement au manque de luminosité et de chaleur au printemps, mais persuadé cependant que les

variétés expérimentales pourraient convenir au sud de la Loire et surtout dans le Midi de la France. Alors les variétés les plus méritantes furent essayées dans le champ d'expériences de la Station d'Agronomie et de Phytopathologie du Vaucluse près d'Avignon, par J. Bordas ; elles raccourcirent leur période végétative qui varia de 100 à 130 jours, au lieu de 140-160 en Seine-Inférieure, avec une production de 20-24 quintaux à l'hectare. D'après Bordas, la plupart des variétés employées ont encore besoin d'être sélectionnées ; le défaut d'une amélioration génétique, dont seuls le blé et la betterave ont largement bénéficié en France, se fait encore nettement sentir pour cette plante. Les variétés précoces et demi-précoces, dont le cycle de végétation varie de 95 à 110 jours, sont surtout à conseiller dans les endroits où les gelées ne sont plus à craindre dès mars ; on pourra alors récolter au début de juillet avant la grande sécheresse. Dans le sud du Languedoc, les variétés semi-tardives (cycle de végétation 120-125 jours) semblent préférables car certaines ont une grande productivité ; les variétés dont le cycle de végétation dépasse 140 jours ne sont pas à retenir, même pour le Midi de la France (défaut d'acclimatation).

Malgré ces efforts, la culture du soya dans notre pays n'avait pas retenu suffisamment l'attention des pouvoirs publics. Cependant à partir de 1935 (dès 1924, la station d'Avignon, en 1930, la Station centrale de Versailles essayèrent la culture du soya), nos Stations et laboratoires de Recherches Agronomiques de la métropole et de l'Afrique du Nord étudièrent en dehors des sélections de Rouest et de Guerpel, des variétés cultivées dans divers pays : U. R. S. S., Balkans, Etats-Unis, Angleterre et commencèrent, avec plus ou moins de succès, l'acclimatation à nos sols et à nos climats de variétés à bons rendements et à teneur élevée en lipides et en protides.

Ce furent les expériences de *Schad* à Clermont-Ferrand, de *Balzli* à Colmar, de *Vialas* à Mont-de-Marsan, de *Bordas* à Avignon, de *Miège* au Maroc ; les cultures de *Rondet* à Aubignan (qui a poursuivi l'œuvre de Rouest), de *Chéron* à Châteauroux, etc... ; les essais intéressants de la maison Vilmorin-Andrieux.

Actuellement, il existe en France et en Afrique du Nord des variétés qui semblent bien acclimatées ; ce sont celles qu'il nous faudra développer au maximum dans les régions les plus favorables de la métropole et des colonies :

a) Dans la métropole, pour mettre rapidement à la disposition des industriels une matière première fournissant à la

fois de l'huile, un aliment azoté de choix, une caséine, base de départ de nombreuses industries ;

b) Aux colonies, surtout pour apporter à l'alimentation des indigènes, par incorporation aux farines, l'élément azoté qui leur fait défaut dans les régions où viande et poisson sont rares. De plus les indigènes pourront utiliser le soya comme engrais vert et comme fourrage pour leurs animaux. L'huile n'est véritablement qu'un sous-produit ; le soya ne se présente pas comme un concurrent permanent de nos arachides coloniaux, plus riches en huile, mais comme un succédané temporaire.

Malheureusement une publicité tapageuse, faite en ces derniers temps par la grande presse auprès du public, a suscité chez de nombreux agriculteurs un emballement très prématuré pour cette légumineuse, risquant d'être suivi d'amères déceptions. Sont étrangers à cette propagande, qui pour certains est néfaste, les quelques organismes sérieux constitués en France pour expérimenter la culture du soya en vue d'en étudier les possibilités d'extension. Jusqu'ici nous n'en sommes qu'au stade expérimental à l'aide d'essais très localisés, avec certaines variétés acclimatées et sélectionnées soit par les Stations de Recherches Agronomiques, soit par quelques pionniers de cette culture. Mais toute une adaptation, toute une sélection reste à faire avant de livrer le soya à la grande culture qui sera la troisième phase vers laquelle on tend. Il faut donc laisser aux Stations d'essais et aux sélectionneurs le soin de choisir, parmi les variétés étrangères acclimatées en France, celles susceptibles d'intéresser aussi bien l'agriculture métropolitaine ou coloniale par leur précocité, leur rusticité, leur rendement, que les industries utilisatrices de l'avenir par la richesse en matières grasses ou en matières protéiques des graines.

Aussi bien les quantités de graines de soya récoltes sur notre sol, c'est-à-dire acclimatées, et destinées aux prochaines semailles, sont infimes et bloquées, et il serait dangereux de vouloir cultiver en France, sans acclimatation ni sélection préalables, des variétés étrangères directement importées. Les Centres de Recherches Agronomiques qui possèdent, à peu près seuls, des graines sélectionnées (J. Bordas), auront fait cultiver en 1941, 1942 et 1943, grâce à des concours bienveillants, une assez grande superficie de soya et ce sera le point de départ de lots importants de semences acclimatées, mais seulement pour la culture en grand en 1944.

Les cultivateurs qui n'ont pas réussi avec le soya, par la faute de spéculateurs sans vergogne, lesquels vendaient

des graines ayant plus de deux ans d'existence ou des graines non acclimatées, crient à la supercherie, avec raison d'ailleurs ; mais cela ne veut pas dire, comme certains l'ont insinué, que le soya n'est pas cultivable en France. Bien au contraire, cela prouve que pour le cultiver à coup sûr, il faut des variétés acclimatées en France et la technique agricole leur convenant. Le cultivateur doit donc pour cela s'adresser à des sélectionneurs producteurs sérieux.

Culture en grand. — A. Rouest disait dans l'introduction de son livre en 1942 : « Il faudrait au moins en France 500.000 hectares de soya, ce qui nous donnerait environ un million de tonnes de graines qui nous permettraient de réduire considérablement nos importations en matières grasses et autres », alors que le directeur technique de l'Office National du soya s'exprimait ainsi en 1941 : « Avec les variétés qui auront donné aux expérimentateurs les résultats les meilleurs et les plus sûrs (et on compte pour cela plusieurs années au maximum), à ce moment-là, mais alors seulement de réalisations de grande culture pourront être envisagée, et le soya sera susceptible de prendre dans notre pays l'extension qui lui semble due par ses qualités remarquables ».

II. — SES CARACTERES BOTANIQUES

Le soya est une plante annuelle, herbacée, dont une seule espèce, *Soya hispida*, est importante au point de vue économique. Il ressemble au haricot commun nain, mais atteint une plus grande taille. Il présente une racine principale très développée et des racines secondaires traçantes, possédant comme toutes les légumineuses des nodosités radiculaires, mais souvent très accentuées. Tige dressée, ramifiée, haute de 0 m 50 à 1 m 30 et davantage suivant les variétés et la nature des terres, épaisse et ligneuse. Feuilles alternes trifoliées, ovales, à long pétiole et velues ; en terre riche le soya forme des touffes d'une végétation luxuriante, en terre maigre ou de fertilité moyenne, il forme des touffes naines, compactes, analogues à celles des haricots. Fleurs petites, de couleur blanche, lilas ou mauve, en grappes de 3-5 ; elles apparaissent 40-50 jours après la levée, successivement pendant 15 jours environ ; la fécondation a lieu directement sans l'aide des insectes, le soya étant autofécond. Les fleurs font place à des gousses velues de 3 à 5 cm. de long, qui apparaissent aussi successivement, s'ouvrant en général facilement à maturité ; elles contiennent de 2 à 5 graines souvent 3, ovales ou rondes, de forme, grosseur et couleur variables suivant les variétés, blanches, jaunes, noires, vertes ou marbrées.

A noter que toute la plante est hispidée, c'est-à-dire, couverte de poils, qui peuvent avoir des teintes variables, passant du brun clair au brun foncé, avec tous les intermédiaires, formant sur les jeunes rameaux un duvet grisâtre qui produit au toucher la sensation du velours.

Ses *variétés cultivées* se chiffrent par milliers ; ceci n'a rien d'étonnant, étant donné la très grande ancienneté de la plante et son aire géographique immense. En Russie, L. Rouest sélectionnait plus de 2.000 variétés. Elles se distinguent par leurs caractères botaniques : forme, port et taille de la plante, pubescence des organes, couleur des fleurs,

couleur, forme et dimensions des graines ; aussi par leur précocité, leur rendement en fourrage, en graines, en protides, en huile ; leur résistance à la gelée et aux maladies.

De nombreux pays ont importé des variétés d'origine asiatique et cherché à isoler les sortes susceptibles de convenir aux conditions du milieu : climat et sol ; c'est ainsi qu'aux Etats-Unis, on vend dans le commerce une quarantaine de variétés convenant aux différentes régions. On distingue des variétés *très précoces*, mûrissant en 70-80 jours seulement et d'autres *très tardives* demandant 200-250 jours pour parfaire leur maturité. Ce caractère fondamental doit régler le choix des variétés selon le climat de la région considérée et le but que l'on se propose : graine ou fourrage. Les variétés les plus intéressantes au point de vue de la graine, pour une région donnée, sont celles qui sont assez précoces pour mûrir normalement leurs graines chaque année et qui ne sont cependant pas trop précoces pour fournir un rendement élevé. « Précocité et production sont, en effet, disait Mila en 1943, jusqu'à un certain point des caractères antagonistes qu'il s'agit de concilier ».

Cette sélection de variétés bien acclimatées susceptibles de mûrir leurs graines et à haut rendement, n'était pas encore achevée dans notre pays en 1942. C'est une des raisons qui expliquent à la fois les enthousiasmes excessifs et les critiques injustifiées dont le soya a été l'objet en France.

Schad qui, comme directeur de la Station d'Amélioration des plantes de Clermont-Ferrand, s'est spécialisé dans la recherche des possibilités de culture du soya en France, communiquait à l'Académie d'Agriculture en février 1943 la note suivante que nous condensons : climat et sol sont les deux facteurs à considérer, mais le climat est de beaucoup le plus important.

CLIMAT. — Les pays grands producteurs de soya se trouvent dans les régions tempérées très chaudes ou chaudes (Etats-Unis, Mandchourie) situées entre les 37° et 52° de latitude nord ; la grande zone de culture en Mandchourie est comprise entre les 45° et 47° de latitude nord.

Trois facteurs climatiques sont à envisager :

1) *La pluviosité.* — Le soya, originaire des pays à mousson, ne se développe qu'à la condition de trouver en juillet et août de l'eau en abondance ; il exige 527 kilos d'eau pour former un kilo de matière sèche contre 270 kilos seulement pour le maïs. En Mandchourie pendant la période

de développement du 1er mai au 30 septembre il tombe de 500 à 600 mm. d'eau ; aux Etats-Unis de 400 à 500 mm. Pendant sa croissance, il exige une moyenne mensuelle supérieure à 50-60 mm., soit un minimum de mai à septembre de 300 mm. Il ne supporte la sécheresse que lorsque les racines latérales sont bien développées : d'où l'intérêt dans les pays à été sec de pratiquer des semis précoces. Dans ce cas, il résiste mieux à la sécheresse que le haricot ainsi que l'ont montré les observations faites en France en 1942 et 1943, années où l'été fut très sec.

2) *La température.* — Tous les auteurs sont d'accord pour admettre que des températures élevées sont favorables à la floraison et à la formation des gousses. Un minimum de 20° est exigé pendant une période de 100 jours, du premier jour au dernier (d'après Rièdе) ; l'optimum serait compris entre 24° et 25°. Pour que le soya donne un rendement intéressant, il faut donc que la température moyenne du mois le plus chaud soit supérieure à 20°. Pour un développement complet, il exige de 20° à 30° (comme le maïs) suivant la précocité des variétés. Son zéro de végétation est voisin de 6, mais la germination n'est très active qu'à partir de 8°. A l'état jeune, il résiste à des gelées de — 2° au niveau du sol ; au stade de feuilles cotylédonaires étalées, de — 8°. La plante adulte est plus sensible, mais si les gousses sont suffisamment développées, elle mûrit normalement.

La période de végétation du soya s'étend de la fin de la période des gelées de printemps jusqu'au début de la période des gelées d'automne, soit, aux Etats-Unis, du 1er mai au 30 septembre. Il peut être semé dès que la température du sol à 5 cm. dépasse 8°. Le soya résiste mieux au froid que le haricot, le maïs et le potiron.

3) *La durée du jour.* — Pour une même longueur de jour, il y a corrélation étroite entre la durée de végétation et la température moyenne ; le minimum de durée correspond à la plus haute température. Les variétés réagissent de la même façon et la température n'exerce aucune action sélective sur celles-ci. Si pendant la période végétative, la température se maintient au-dessous de 24-25°, la floraison est retardée ; à une diminution de température correspond un retard de 2 à 3 jours. La longueur du jour a une grande importance sur son développement. Le soya est une plante à jours courts ; l'étude de ce photopériodisme a fait l'objet de nombreux travaux tant américains qu'allemands (Gartner, Allard, Rudorf, Rosenbaum). Plus la durée du jour augmente, plus la durée de végétation est allongée. La durée d'éclaire-

ment exerce une action sélective entre les variétés ; elle permet de les classer suivant leur réaction.

La durée du jour suivant la latitude est un facteur très important dans la répartition des variétés de soya. Les variétés dites précoces peuvent supporter l'action des jours longs et être cultivées dans les régions nord de son aire de culture ; elles réagissent peu ou sont indifférentes à la durée du jour ; dans la nature la taille va en croissant du semis précoce au semis le plus tardif. Les températures basses (10°-13°) pendant quelque temps au début de la végétation déterminent l'allongement de la végétation comme les longs jours.

Donc la durée de végétation et l'époque de la floraison sont sous la dépendance de deux facteurs essentiels : *durée du jour* et *température*, les autres conditions, humidité et pluie, n'ayant que peu d'importance.

En raison du rôle prépondérant joué par ces facteurs, il est permis de déterminer les régions les plus favorables à la culture du soya en France. Notre pays est compris entre le 51° et le 42° de latitude nord, à cheval sur le 45°, position correspondante à celle de l'embouchure du Saint-Laurent, des Grands Lacs américains et de la Mandchourie. Ces pays ont un climat à caractère continental : grands écarts de température entre l'hiver et l'été, étés chauds (juillet et août $> 20°$) ; maximum de pluie en été. Dans notre pays, les éléments météorologiques sont tempérés par l'influence atlantique, mise en relief par la direction oblique en été des isothermes de juillet et août, et perpendiculaire en hiver de ceux de janvier. Ces faits montrent que l'influence océanique est prépondérante sur celle de la latitude. Les isothermes de juillet et août de 19°-20° délimitent la zone au sud de laquelle le soya peut être cultivé avec succès, c'est-à-dire la partie au sud de la Loire, dans les régions à vigne et à maïs.

Le soya exige beaucoup d'eau : minimum 50 mm. mensuellement pendant la période de végétation. Le régime des pluies est plus intéressant à connaître que le total des précipitations annuelles. Sauf dans la région méditerranéenne, les vents d'ouest apportant la pluie sont prépondérants ; l'intensité des pluies est déterminée par le relief.

Les régions au sud de la Loire à régime de transition entre le climat maritime et continental (maximum des pluies de printemps ou d'été) sont favorables à la culture, sauf la région méditerranéenne et sub-méditerranéenne à régime pluvieux de novembre à avril, et sec pendant les six mois de la saison chaude (faible intensité des précipitations réparties sur un nombre restreint de jours). Dans cette der-

nière région, l'irrigation est nécessaire et il est conseillé de semer fin mars, afin de profiter des pluies printanières et d'assurer un bon enracinement du soya lui permettant ainsi de mieux résister à la sécheresse estivale. Il est recommandable d'utiliser des variétés à gouses indéhiscentes en raison de la sécheresse de l'air pendant la période de maturité. Le bassin d'Aquitaine, la région du Centre (Limagne, Bourbonnais, plaine du Forez, plaine lyonnaise et vallée de la Saône) sont les régions les plus favorables à cette culture, ainsi que la vallée de la Garonne qui, présentant un léger déficit de pluies en août, nécessite de pratiquer un semis précoce dès le début de ce mois. La durée du jour exerçant une action sélective sur les variétés, il importe de cultiver suivant chaque latitude des variétés utilisant au maximum la période favorable au développement et produisant le maximum de graines. Les mieux adaptées en France sont les variétés américaines (celles désignées comme précoces) cultivées au nord du 40° de latitude, les variétés allemandes et les sélections de Rouest. L'expérimentation permettra de déterminer dans chaque groupe ls variétés convenant le mieux à chaque région : vallée de la Garonne, groupe tardif et demi-tardif. Centre-Limagne et vallée du Rhône, type demi-tardif et demi-précoce, ex. Rouest 250 ; vallée de la Saône et de la Loire, dans les situations bien exposées, la culture de de la Loire, type demi-précoce et précoce, ex. Rouest 29. Au nord de la Loire, dans les situations bien exposées, la culture de uelques variétés très précoces pourra être entreprise.

D'après Blanchard les essais poursuivis dans la région parisienne ont permis d'établir la valeur des variétés « Lisbonne », dont la maturité complète exige 120 jours de végétation, avec rendement moyen de 179 quintaux à l'hectare. De Guerpel a essayé avec succès dans le Calvados « soya Vilnensis » de Pologne, avec 189 quintaux à l'hectare.

Dans une seconde note présentée à l'Académie d'Agriculture en novembre 1943, Schad étudiait les *caractères morphologiques* des variétés de soya cultivées en France. Les travaux poursuivis depuis 1938 ont permis de mettre en relief les caractères suivants :

a) *Graines* à profil ovale, variées dans leur longueur et leur largeur, dans le poids de 1.000 graines : de 60 grammes *Soya japonica* à 350 grammes gros vert. La couleur de fonds des graines varie du jaune très pâle (presque blanc) au brun, noir et vert. Les grains sont plus ou moins maculés de panachures, en général de la couleur du hile et du cercle autour.

plus ou moins prononcées suivant le milieu et l'année. Cotylédons de teinte jaune, mais parfois verte. Deux sortes de variétés d'après le hile : les unes à funicule adhérent (Rouest 250), les autres à funicule caduc : cicatrice caractérisée par sa forme, sa taille, sa teinte, la couleur de la ligne médiane et la présence ou l'absence de cercle. Gousses caractérisées par leur forme, leur largeur et la forme de l'extrémité ; mûres, leur couleur varie du jaune pâle au sépia ; certaines variétés sont très déhiscentes, ex. Grignon 13, d'autres peu, ex. *Manchu Wisconsin*.

Plantes très pileuses en général ; cependant certaines variétés : ex. *Black Small*, sont à très faible pilosité. Trois caractères sont à considérer pour les jeunes plantules : pigmentation, pilosité, longueur de l'axe hypocotylé.

b) *L'aspect général de la plante* en pleine végétation permet de distinguer les ports dressé, demi-dressé et étalé, suivant l'angle que font les ramifications avec la tige principale ; certaines, ex. *Black Small, Soya japonica*, présentent un port rampant, d'autres des rameaux volubiles. La hauteur est fonction du milieu de culture et de l'époque des semis ; trois groupes de variétés : grand, moyen et petit ; la hauteur va en diminuant, dans un même milieu, avec la tardivité des semis. Les feuilles diffèrent par la forme et la taille des folioles qui sont arrondies, ovales ou lancéolées, avec extrémité obtuse ou aiguë. Les grappes sont compactes ou lâches. Les fleurs varient de grandeur et de coloration et l'on distingue les fleurs colorées (unicolores, bicolores, panachées) et les fleurs blanches ; suivant la taille de l'étendard on distingue les fleurs petites ou grandes.

Dans une troisième note à la même Académie en décembre 1943, Schad présentait les *caractères physiologiques* des variétés cultivées :

a) *La durée de la période de végétation*, déterminée par le temps qui s'écoule entre le semis (ou la levée) et la maturité des gousses et du grain, celle-ci ayant lieu quand les gousses présentent une coloration maximum et quand les graines se laissent à peine rayer à l'ongle. Elle est fonction de chaleur, de la durée du jour, qui varie suivant la latitude, de la précocité des semis. Les variétés peuvent être réparties en quatre groupes : précoces, 135-145 jours ; demi-précoces, 145-160 jours ; demi-tardives, 160-175 jours ; et tardives, 175-190 jours. De la plus précoce, *Rouest 71*, à une des variétés les plus tardives, *Illini*, la durée de végétation varie de 135 à 190 jours. Or, d'après la classification américaine (observations faites en Virginie), l'ensemble de ces variétés

est compris dans le groupe précoce de 85 à 115 jours, ce qui montre la variation très grande de la durée du jour pour une même variété, suivant la latitude du milieu de culture.

b) *La résistance aux parasites :* En 1942 et 1943, dans le Midi et le Sud-Ouest, le soya, ainsi que nous le verrons plus loin, a été très attaqué par la pyrale des haricots, parasite cosmopolite et polyphage. Or, les variétés précoces n'ont pas été atteintes en raison de leur maturité plus avancée ; parmi les variétés tardives et demi-tardives certaines sont résistantes, d'autres sensibles ; les semis tardifs sont les plus atteints.

c) *Les teneurs en lipide et en protide* sont très influencées par le milieu et les conditions de l'année. Pour un même milieu, on peut établir des catégories ; certaines variétés sont très riches en lipides : teneur moyenne 21 % avec moins de 36,5 % de protides, ex. *Manchu Wisconsin ;* d'autres sont très riches en protides : teneur moyenne 41 % avec moins de 18,5 % de lipides, ex. *Rouest 29* et *178.* Quelques variétés présentent une bonne teneur en ces deux éléments, ex. *Kouban,* avec 40,3 de protides et 20,4 de lipides.

d) *Utilisation de la production.* — Pour chaque destination, il est nécessaire d'utiliser des variétés convenables et donnant le maximum de rendement et de qualité pour le produit envisagé. Or, le soya peut être cultivé : soit pour la production du grain sec destiné à l'utilisation industrielle (farine alimentaire, huile et tourteaux) ; les variétés à grains jaunes ouverts, peu colorés, sont estimées ; soit pour celle de grain vert ou sec, en vue de l'alimentation humaine ; les variétés à grains et à hile de couleur claire sont préférées et doivent peser plus de 200 grammes les 1.000 ; elles doivent avoir un rapport grain vert/gousses entières > 50 %, une faible odeur de légumine, une longue période de récolte en vert. Les meilleures variétés à consommer en grains secs sont : *Rouest 250, Illini ;* en grains verts : *Glaut Green ;* soit enfin pour la production de fourrage vert, ensilé ou sec, pour l'alimentation animale ; les variétés à petits grains sont préférables en raison de la petite quantité de semences (poids) à utiliser. Selon la finesse des tiges et le port, la variété peut convenir aux productions suivantes : ensilage seul, ensilage avec maïs, foin sec, fourrage vert, pâturage.

A noter que certains caractères du grain, de la gousse, de la plante sont peu influencés par les conditions de milieu alors que d'autres caractères, dits fluctuants, y sont très sensibles.

En dehors de la Station de Clermont-Ferrand, des observations ont été faites dans les autres stations d'amélioration

de la métropole : Colmar, Dijon, Antibes. Les variétés réagissent différemment au milieu ; ex. *Rouest 13* est une des plus précoces à Antibes, une des plus tardives à Colmar ; à Ondes, en 1942, les variétés n'ont pas présenté la même échelle de précocité qu'à Clermont-Ferrand.

Comme suite aux expériences faites en France de 1935 à 1939, L. Rouest avait choisi 20 unités qui se divisaient en trois groupes : variétés de 95 à 110 jours de végétation, de 110 à 130, de 130 à 160 jours. Dans chaque groupe il pouvait y avoir des écarts de maturation entre les variétés allant jusqu'à 30 jours ; ceci permettait de donner exactement la variété convenant le mieux à une zone déterminée par l'orographie, l'hydrographie, la nature du sol et l'altitude régionales et comprise dans l'une des trois grandes zones climatiques françaises : atlantique, continentale et méditerranéenne.

Cette étude de L. Rouest a été reprise par Schad.

L'ensemble des observations précédentes a permis à Schad d'établir un *Catalogue des variétés de soya cultivées en France*, avec caractères d'identification. En se basant sur la teinte des graines et du hile, il a établi les dix groupes fondamentaux suivants :

1) *A grain jaune* : a) *hile brun* : 1. Clair, très peu coloré, non cerclé, ex. *Mandarin.*
2. Foncé, non cerclé, ex. *Ito San.*
3. Pigmenté, peu cerclé, ex. *Illini.*
4. Foncé, bien coloré, cerclé, ex. *Rouest 85.*

b) *hile noir* : Plus ou moins cerclé, ex. *Manchu.*

2) *A grain noir* : Ex. *Tokio noir.*

3) *A grain vert* : Ex. *Vert de Trenz.*

4) *A grain jaune-gris*, à hile glauque : Ex. *Dieckmann's Grüngelbe.*

5) *A grain jaune-vert*, à hile noir : Ex. *Rouest 14.*

L'ensemble des variétés cultivées en France sont, comme nous l'avons déjà signalé, d'origines américaine, allemande, russe ou proviennent directement de l'Extrême-Orient. Beau-

coup ont été introduites par Rouest et certaines ne sont signalées dans aucun autre pays.

En somme, la culture du soya est techniquement possible dans certaines régions de France : celles où l'on récolte normalement le maïs-grain, c'est-à-dire celles où *les étés sont plus chauds et assez humides*, car le froid rend la végétation chétive et réduit la production de graines, les gelées de printemps et d'automne limitant ainsi la période de végétation. Pendant les années 1941-42-43, la France en était encore au stade des essais, 1944 va être le début des réalisations pratiques.

SOLS. — Les exigences du soya sont à peu près les mêmes que celles du maïs ; on la considère comme la plante complémentaire du blé. Il préfère les sols argilo-sableux, profonds, riches en humus, en limon, bien aérés, frais en été ; les terres sableuses permettent une maturité hâtive, mais sont peu productives. Il est sensible à la réaction du sol et le Ph qui lui convient le mieux pour la production de la graine est 8. Il craint les terres trop acides, imperméables, trop compactes, mal drainées. Cependant il résiste à l'acidité du sol puisqu'au Michigan il est préconisé comme fourrage dans les terres acides où la luzerne et le trèfle ne réussissent pas. C'est une plante à dominance magnésienne. De toutes les légumineuses, le soya a les plus grands besoins en bore. Il aime la potasse, exige des quantités modérées de P 205 et de grandes quantités d'azote ; il utilise l'azote atmosphérique lorsque le sol est suffisamment ensemencé des bactéries radicicoles propres au soya. En France, le soya, dans la zone climatique favorable, peut être cultivé dans toutes les terres ; mais des accidents sont à craindre à la levée dans les terres qui se couvrent facilement d'une croûte (terres battantes).

En principe partout où le blé, le maïs, la vigne, et en général toutes les légumineuses, réussissent, le soya peut donner de bons rendements. Il donnera une végétation plus satisfaisante que la plupart des autres plantes sur des terres médiocres, à condition que l'inoculation bactérienne ait lieu ; sur des terres légères, avec inoculation et engrais minéraux, il pousse très bien. La proportion d'humus ne doit pas dépasser 12 % ; c'est pourquoi les terres franches, dites à blé, conviennent le mieux au soya. Composition moyenne : 50-60 % de sable, 8-10 % de calcaire, 6-12 % d'humus, 20-25 % d'argile. Si la proportion d'argile dépasse 40 %, déliter les terres par un apport de sable et de cendres, ce qui rendra la terre plus légèr.

III. — SA CULTURE PROPREMENT DITE

Le soya peut être cultivé pour la production du fourrage et pour celle de la graine ; en France, c'est principalement la production de celle-ci qui est intéressante actuellement.

a) *Sa place dans l'assolement :* Le soya peut se succéder à lui-même en terre riche pendant plusieurs années, sans diminution appréciable de rendement si l'on apporte les fumures phosphatées et potassiques nécessaires. C'est une culture nettoyante de premier ordre, étouffant les mauvaises herbes et enrichissant gratuitement le sol en azote. Aussi doit-il être considéré comme plante sarclée, donc être placé en tête d'assolement ; il enrichit le sol en humus provenant des débris de feuilles et de racines, en azote par son développement des nodosités et il est considéré comme un excellent précédent pour les céréales. Les assolements les plus recommandables sont : aux Etats-Unis : maïs, soya, blé, trèfle ; en France (d'après Schad) : *Centre :* soya, blé, avoine ou orge, trèfle ; *Sud-Ouest* (régions tabacoles) : soya, blé, trèfle, tabac (en culture dérobées : seigle, fourrage).

b) *Préparation du sol :* La même que pour le maïs aux Etats-Unis, que pour la betterave sucrière ou le haricot en France. Le sol doit être ameublé en profondeur (0 m 30) et présenté superficiellement une couche meuble très fine. Dans les régions à déficit d'eau en été, il importe de maintenir la richesse en eau du sol par de nombreux travaux superficiels, car le soya a de très grands besoins en eau.

c) *Fumure :* Le soya est une plante exigeante ; d'après Lechartier, une récolte de 20 quintaux de graines enlève au sol 77 kilos de P 205, 86 kilos de KOH, 335 kilos de chaux, 118 kilos de MgO et 85 kilos de SO4H2, équivalant à 500 kilos de scories ou de superphosphates, 200 kilos de KCl.

L'emploi des engrais chimiques a une action marquée sur les rendements. Il est recommandé de ne pas faire de culture de soya pour la graine sur une fumure directe au fumier de ferme, l'apport de fumier pouvant provoquer le développement exagéré de l'appareil végétatif au détriment du rendement en graines, mais de semer seulement deux ans après.

1) L'apport d'*engrais azotés* dans les sols pauvres est indispensable pour assurer une bonne récolte et permettre un bon départ de la végétation ; il faut 40-50 kilos de nitrates à l'hectare. L'excès d'azote prolonge la végétation, mais augmente la teneur en protéines du grain ; ne jamais donc employer les engrais azotés seuls. Le soya étant une légumineuse, il y a intérêt à lui faire jouer son rôle de fixateur d'azote de l'air, surtout dans les circonstances actuelles, par suite du manque d'engrais azotés. Or, les nodosités chez le soya étant déterminées par une bactérie spécifique : *Bacillus radicicola soyia*, il est indispensable, au point de vue économique, de donner au sol qui doit porter cette culture les bactéries qui peuvent lui manquer, car elles ne se trouvent pas naturellement dans nos sols, et ceci lorsque la terre doit porter du soya pour la première fois. De nombreuses expériences ont montré, en effet, que l'inoculation des graines dans les sols neufs pour cette culture permet d'obtenir des augmentations considérables de rendement en graines. Pratiquement, l'inoculation des semences peut être faite de différentes façons : soit par l'apport de terre provenant d'un champ où des plants de soya, bien pourvus en nodosités, ont été cultivés l'année précédente (dose 400-500 kilos à l'hectare), soit en mélangeant cette terre humide aux semences ; ce procédé qui consiste à prélever, de préférence avant le labour, jusqu'à 10 cm. de profondeur, de la terre infestée par culture antérieure de soya, a le grand inconvénient de transférer également des graines de mauvaises herbes, des parasites et des bactéries indésirables. Il est donc peu avantageux. Matagrin a préconisé l'emploi de racines de soya hachées ou pulvérisées : arracher les plants de soya à la récolte et couper immédiatement les racines que l'on mettra à l'abri du soleil destructeur de bactéries. Ce procédé qui aura l'avantage, quand on passera les plantes dans la batteuse, d'éviter d'y introduire des pierres, de la terre, paraît intéressant: soit en utilisant des cultures bactériennes pures obtenues en laboratoire. On les trouve dans le commerce sous le nom de Nitragine, par ex. On arrose alors les graines avec ces cultures bactériennes et on sème aussitôt, de préférence par temps couvert, les bactéries craignant le soleil. Il est préférable d'utiliser les cultures bactériennes pures, ce qui nécessite moins de travail et donne un rendement plus certain. En terre riche ou de fertilité moyenne, la nitragination n'apporte pas d'effets sensibles sur le rendement à la récolte. Elle économise cependant l'azote du sol et de cela il faut tenir compte aussi bien pour la *récolte* présente que pour la récolte future. En somme, dans les terres très riches et bien fumées (jardins) le soya n'a

pas besoin d'être inoculé car l'augmentation de rendement ne sera pas sensible ; mais, par contre, la terre ne sera pas appauvrie. En terre pauvre en humus, la nitragination augmentera le rendement et enrichira la terre, donc l'inoculation sera utile et nécessaire. L'enrichissement du sol en azote par une culture de soya n'est pas négligeable, il est de l'ordre de 60-100 kilos par hectare (A. Rouest dit 130 kilos à l'hectare).

2) L'apport d'*engrais phosphatés et potassiques* est très efficace ; 40-60 kilos P 205 donnent de bons résultats ; ils diminuent la durée de végétation et augmentent la teneur en huile et protéine du grain. La dose d'engrais potassiques à répandre est de 60-80 kilos.

Le manque de potasse détermine une maturité irrégulière et provoque la chlorose des feuilles. Les engrais magnésiens favorisent l'absorption des phosphates. Lorsque le sol contient de la chaux, l'absence de magnésium ne diminue pas l'absorption des phosphates, d'où l'intérêt de chauler dans les sols acides ou à faible teneur en calcaire. KCl, d'après Lechartier, semble diminuer seulement le rendement en fourrage, mais augmenter le rendement en grains.

Les engrais phosphatés sont les plus efficaces à tous les points de vue ; en outre ils favorisent l'action des engrais azotés et potassiques.

Eviter l'emploi de fortes doses d'un seul engrais. D'après Lechartier, dans la plupart des terrains, employer les engrais phosphatés et potassiques à doses plutôt faibles. Au Centre de Recherches de Versailles, en bonnes terres, on préconise la fumure suivante à l'hectare : 60 kilos P 205 + 75 kilos de potasse. Inoculer les semences et ne pas répandre d'engrais azotés. A la Station centrale d'Essais de semences, en terre légère, peu profonde, de Ph 7,5, de bons rendements ont été obtenus en répandant à l'hectare : 700-800 kilos de superphosphates, 150-200 kilos de KCl, 50-100 kilos de sulfate d'ammoniaque. Pour les terrains granitiques, Lechartier propose la fumure suivante : KCl 200 kilos, superphosphates à 26 %, 200 kilos ou scories à 16 % 400 kilos, nitrate de soude 100 kilos (ou inoculation bactérienne).

L'enfouissement à l'automne de 30-40 tonnes de fumier à l'hectare permet en plus d'obtenir les rendements maxima.

D'après A. Rouest, quand on cultive le soya sur des terres à maïs, l'emploi des engrais est inutile. Donc les engrais sont à utiliser lorsque la terre est sablonneuse ou de fertilité inférieure.

d) *Semis.* — On sème lorsque les gelées ne sont plus à craindre, car le soya ne résiste pas à des températures au-

dessous de 0°, quand la température du sol est d'environ 8° (moyenne diurne 9-12°), soit trois semaines avant les haricots ; ne pas semer au-dessus de 500 m. d'altitude. Les semis précoces sont de beaucoup les plus favorables et donnent un rendement plus élevé que les semis tardifs. Dans le Nord et l'Est : début de mai ; dans le Centre : à partir du 15 avril ; dans le Sud-Ouest : dès le 1er avril ; dès le 15 mars dans la région méditerranéenne. Ne pas semer dans une terre froide et mouillée (pourriture). N'utiliser que des semences pures des graines 98 %, à faculté germinative très élevée 90 %, lourdes, entières, conservées dans de bonnes conditions et provenant de préférence de l'année précédente (les vendeurs doivent fournir un certificat de garantie de germination). Semer en couches minces, dans des lieux secs et bien aérés.

Le semis *à la volée* pour la production du grain est à exclure, car il exige un poids élevé de semences (150 à 200 kilos à l'hectare) et ne permet pas les façons culturales (binage) (1). Le semis *en lignes* au semoir, à écartement de 0 m 50-0 m 60 entre les lignes pour permettre les travaux d'entretien, est de beaucoup préférable ; régler le semoir pour une surface cultivée dépassant un hectare de façon à espacer les semences de 0 m 15 à 0 m 30 sur la ligne ; quantité de semences : 30-40 kilos à l'hectare. Rouest a préconisé le semis en *lignes jumelées :* espacement entre chaque bande de 0 m 70-0 m 80 permettant les cultures intercalaires, les deux lignes étant distantes de 0 m 20 et les graines semées par deux sur la ligne de 0 m 20 ; quantité de semences : 35-45 kilos à l'hectare. Ce semis est recommandé plus particulièrement à tout autre par A. Rouest (1942), car il n'abaisse pas le rendement à l'hectare et il est possible de cultiver entre les bandes.

1. En quinconce. 2. En lignes 3. En lignes jumelées

(1) Par contre il convient bien pour le soya fourrage.

D'après Schad, la densité des plantes au mètre carré la plus désirable est de 40 à 50, écartement entre les lignes de 0 m 50, graines à 4-5 cm. de distance ; cette densité correspond à environ 50-70 kilos de graines par hectare. Rouest et Blanchard ont conseillé le semis *en quiconce* et *en paquets* (2 à 3 graines) surtout pour des petites étendues au-dessous de un hectare ; il met à la disposition des plantes une surface alimentaire maximum, les façons d'entretien peuvent être exécutées en tous sens, la levée est plus rapide et les plantes étouffant les mauvaises herbes ; quantité de semences : 25-35 kilos à l'hectare. Mais d'après Schad, le semis en paquets ne permet pas une maturité régulière.

Les graines doivent être mises au contact de la terre humide immédiatement sous la couche sèche : profondeur variant de 5 cm. 5 en terre légère, sableuse et sèche, à 2-3 cm. en terre lourde ou battante. Pour obtenir des cultures hâtées, on peut faire tremper les graines dans l'eau pendant 12 heures. Rouler ; germination en 8-10 jours.

CULTURES INTERCALAIRES. — a) *En Extrême-Orient*, le soya est cultivé avec des graminées, telles que *maïs, sorgho*. Le soya est semé en lignes espacées de 1 m 20 ; après germination, premier binage, puis semis de maïs ou sorgho dans les intervalles libres. Biner encore deux fois les plantes ensemble pendant la végétation. Les plantes ne se gênent pas. On s'arrange pour que les deux récoltes ne s'opèrent pas ensemble : avec des soyas tardifs on mettra des maïs hâtifs ou l'inverse. Nitraginer les soyas en interligne avec les maïs ou sorghos, de façon que les nodosités des soyas servent aux graminées qui croissent dans leur entourage immédiat (phénomène de symbiose dont il faut savoir profiter). Les sorghos étant plus tardifs que les maïs, ex. sorgho *Darso* ou sorgho nain, employer des soyas tardifs.

b) *Aux Etats-Unis*, on pratique le mélange *soya-maïs* pour l'ensilage. On sème le soya quand le maïs a 0 m 20 de hauteur, dans la proportion de 1 pour 6 ; on obtient ainsi un mélange qui, après hachage, est excellent pour le bétail.

c) *En France*. — A. Rouest a fait des essais de cultures intercalaires avec diverses plantes : ex. avec la *pomme de terre hâtive* ou *demi-hâtive* qui, plantée en mars, peut être arrachée vers le 15 juin et remplacée par des *haricots hâtifs ;* le soya est semé en mai en lignes jumelées. Donc trois récoltes dans une saison, dont une de soya. Ex. dans les jeunes *plantations de vigne*, dans les rangs et dans les intervalles des rangs. On peut semer du soya jusqu'à la

reprise totale et la 2e et 3e feuille, sans causer de préjudice à la vigne. Là où l'on cultive le haricot, dans les vignes du Bordelais, dans celles de l'Est, on peut cultiver les variétés hâtives ou très hâtives de soya.

d) *Soins d'entretien :* Les mêmes que pour une culture sarclée, le nombre d'opérations variant avec l'état de propreté du sol. La croissance de la plante, d'abord très lente, part ensuite très vite. Les *binages* sont recommandés pour nettoyer le sol et éviter les pertes d'eau par évaporation : deux dans le premier mois, avec la houe à cheval puis à la binette à main. Eviter de biner après l'apparition des premières fleurs ; à ce moment, la plante couvre complètement le sol ; c'est surtout dès la levée que le binage est nécessaire, car, à ce moment, le développement du soya est lent, surtout en terre pauvre en azote les bactéries n'étant pas encore enrées en fonctions, c'est au sol que l'azote est demandé), et il ne se défend pas contre les plantes adventives. D'après A. Rouest, il faut se rappeler que c'est le premier binage qui compte le plus dans tous les travaux de nettoyage du sol, surtout quand il est fait en temps voulu car alors le soya devient vigoureux et ne craint plus les mauvaises herbes pouvant se développer par la suite. Ce binage au début de la végétation a une influence heureuse sur toute la durée végétative ; il raccourcit le temps que met le soya à produire ses branches charpentières qui, lorsqu'elles sont nées de bonne heure, émettent aussitôt une grande quantité de fleurs.

Pour des variétés à grand développement, ou si l'on veut protéger la culture contre la sécheresse : léger *buttage*.

En climat sec et en sol léger, une ou deux irrigations peuvent augmenter considérablement les rendements : une première 10-15 jours après la levée, la seconde à la floraison ; ne pas trop arroser, car le soya résiste mieux à la sécheresse qu'à l'humidité stagnante ; n'arroser qu'en cas de nécessité.

e) *Récolte :* Aux Etats-Unis, en raison des grandes surfaces cultivées, la récolte est faite à la moissonneuse-batteuse, ce qui permet d'éviter les pertes de graines. En France, pour de plus faibles surfaces, la récolte est pratiquée à la main, soit par arrachage des plantes directement ou avec l'arracheuse de haricots, soit en coupant les tiges à l'aide d'un fort sécateur, à la faucille ou à la faux (variétés de haute taille). En principe, mieux vaut couper qu'arracher, afin d'utiliser au maximum l'apport azoté des racines auxquelles adhèrent les nodosités. Cependant avec certaines variétés hâtives qui ont les gousses près du sol, l'arrachage

est préférable car la faucheuse coupe beaucoup de gousses en fragments et en laisse d'autres aux chaumes. Récolter de préférence le matin à la rosée, avant que la chaleur n'ouvre les gousses. L'époque est fonction du climat, de la variété et du temps ; par temps chaud et sec : récolter sur le vert ; par température modérée : quand les graines se laissent facilement rayer à l'ongle (ni sèches, ni dures). Ce qui doit guider c'est la déhiscence des gousses. En pratique, on récolte lorsque les feuilles jaunissent et tombent et lorsque les gousses changent de couleur, prenant une teinte jaune paille foncé ou brune, selon les variétés. Ne pas récolter trop tôt, sous peine de réduire les rendements. Par contre, si la récolte est trop tardive, les gousses peuvent s'ouvrir, d'où perte de graines surtout s'il s'agit de variétés dites déhiscentes. Il ne faut donc pas attendre, pour commencer la récolte, que la graine sonne distinctement dans la gousse détachée lorsqu'on agite cette dernière, mais il faut le faire un peu avant pour éviter la déhiscence.

Après la récolte, il est recommandable d'assurer la maturité complète en laissant le soya en gerbes, en moyettes (1) ou en meules (1) dans le champ (pendant quelques jours, dix par exemple), si la déhiscence des gousses n'est pas à craindre. Autrement il est bon de le rentrer et de le mettre à sécher à l'ombre, dans une grange par exemple (rentrer à la ferme dans des chariots garnis de bâches ou de sacs pour éviter de perdre des graines par l'égrenage).

A. Rouest dit à ce sujet : « Pour les variétés de soya créées par mon père, on peut laisser le stade de maturité interne jusqu'à siccité complète, tout en laissant la plante sur place. Ces soyas, à la récolte, ne s'égrènent pas sur le sol, ni quand on les transporte et, gros avantage, le battage peut s'effectuer 6-8 jours après la récolte ».

On peut mettre le soya en meules de la façon suivante : à la base faire un lit de fagots de bois sec, puis disposer un lit de soyas, épais de 0 m 30-0 m 40, puis un lit de paille de blé (ou autre) et ainsi alternativement jusqu'à hauteur convenable. Terminer la meule en forme de toit et recouvrir de paille.

En général, *le battage* se fait plusieurs semaines au moins après la récolte, quand les graines sont bien sèches. Il peut être effectué à l'aide d'un fléau, ou d'une machine à battre dont on a réduit la vitesse de rotation du batteur et écarté le contre-batteur afin que les graines ne soien pas mutilées, tout en maintenant la vitesse normale pour le

(1) Les racines en l'air.

secoueur et la ventilation. Aux Etats-Unis, on bat sur le champ, à l'aide de moissonneuses-batteuses.

f) *Conservation :* Les graines se conservent d'autant mieux qu'elles sont plus sèches ; donc ne pas entasser la récolte dans un lieu humide, ni mettre les plantes en tas avant que les graines soient bien sèches ; battues, elles sont triées et nettoyées, puis conservées en couches minces (25-30 cm., dans un local sec et aéré). Pelleter souvent les tas pour empêcher les moisissures. On peut aussi conserver en secs, mais il faut alors passer souvent au tarare pour éviter le développement de ces moisissures.

En somme donc, ainsi que le dit Schad, la culture du soya ne présente aucune difficulté particulière et aucun outillage spécial ; elle peut être entreprise partout où les conditions climatiques sont satisfaisantes, en utilisant des variétés adaptées à chaque région.

L'extension de cette culture dans le Nord de l'Afrique, envisagée par F. Bœuf (C. R. Ac. Ag. 1943, p. 108), paraît surtout limitée par l'insuffisance des pluies estivales. Cependant dans les terres où la jachère détermine un approvisionnement en eau, parfois excessif, la culture du soya pourrait être envisagée comme précédent cultural du blé, n'occupant le sol qu'à la fin de l'année de jachère ; elle se trouverait en concurrence avec celle du Pois Chiche, autre légumineuse alimentaire, dont les graines sont très riches en protides et en phosphore, et qui exige beaucoup moins d'eau que le soya.

g) *Rendements en graines :* Très variables selon les variétés, les régions, le climat, le terrain et les conditions culturales.

1) Rendements moyens à l'hectare : En Mandchourie, 12 quintaux ; au Japon, 15 quintaux ; aux Etats-Unis (de 1925 à 1935), 8,5 quintaux ; aux Indes anglaises, 20 quintaux ; au Chili, 16 quintaux ; en Argentine, 10-15 quintaux. En Russie, L. Rouest a obtenu des plants de soya pesant 250 grammes. Les Italiens ont obtenu jusqu'à 45 quintaux à l'hectare dans des terres riches et irriguées.

2) Dans les essais entrepris en France, certaines variétés donnent des rendements satisfaisants. Pour les régions du Centre, les variétés demi-précoces : *Grungelbe, Hellgelbe, Manchu Hudson, Manchu Wisconsin, Rouest 250, Diecnann's Schwarze,* et les demi-tardives : *Braungelbe II, Gelbe Hohe mittelspathe,* sont les meilleures. Rendements obtenus à Clermont-Ferrand : de 15 à 22 quintaux à l'hectare (moyenne

18 quintaux), essais de 1938 à 1942, pour la variété *Hellgelbe*. Dans la Haute-Garonne (école d'agriculture d'Ondes), ce sont les demi-tardives et les tardives : *Mukden, Manchu Harrow, Soy Sota* qui donnent de bons résultats : 10 quintaux pour la variété *Manchu Harrow* en 1942, année très défavorable aux cultures en général, par suite de la sécheresse estivale. En Normandie, avec une variété très précoce, *Vilnensis* : 22 quintaux.

Sélection des graines, d'après F. Bœuf : la sélection généalogique, d'une part, permettra de tirer de nombreuses variétés de soya des lignées ayant des exigences différentes et appropriées à des aires de culture présentant des conditions climatiques variées ; de plus, l'hybridation entre les nombreuses variétés produira de nouvelles formes associant les caractères de productivité, de précocité, de besoins réduits (chaleur, humidité) ; ainsi plusieurs espèces cultivées, ex. : le blé tendre, ont acquis une aire de culture très étendue à conditions climatiques très variées et fort différentes de celles du centre d'origine. Des travaux ont été poursuivis en Allemagne et en Roumanie dans ce sens et devraient l'être en France ; déjà les résultats d'analyse des variétés de soya cultivées en 1939 et 1940, et publiées par la Station d'Amélioration des plantes de Clermont-Ferrand en 1941, ont montré que, d'une façon générale, les variétés riches en protides sont pauvres en huile et réciproquement. Une variété, *Grignon 27* dosant 43,3 de protéine, 21,6 de matière grasse, ayant donné un rendement relatif de 116 % et présentant une bonne précocité, serait tout à fait remarquable si cet ensemble de qualités se montrait héréditaire. Si la sélection ne poursuivait qu'un seul objectif (richesse protéique ou richesse lipidique), il conviendrait de prendre pour point de départ les individus ou les groupes qui présentent la teneur maximum de protéine ou de matière grasse.

h) *Animaux parasites du soya et maladies.* — 1) D'après les études faites dans les différents pays où sa culture est pratiquée, le soya ne possède pas d'insectes spécifiques (1). A part quelques insectes polyphages, ex. *Lecanium Cormi*, récoltés en grand nombre aux environs de Montpellier sur la variété *Rouest 250* par Suire, les cultures de soya paraissent en France ne point posséder de parasites. Cependant, en septembre 1942, Suire a observé un invasion importante d'un microlépidoptère : *Etiella Zinckenella Tr.*, que A. Cou-

(1) Cependant surveiller le ver blanc, le ver gris, les charançons et bruches.

turier avait signalé comme dévastant des plantations de haricots aux environs de Bordeaux et qu'on appelle la *Pyrale des haricots*. G. Nicolas, tout récemment, signalait à l'Académie d'Agriculture que la chenille de cette Pyrale avait occasionné, en 1942-43, des dégâts importants dans les cultures de haricots de la région de Toulouse, qui avaient aggravé l'action d'une sécheresse prolongée. La larve, verdâtre ou lie de vin, creuse des galeries longitudinales dans le grain, rendu inutilisable. Au moment de la récolte, la plupart des larves ont déjà abandonné le grain et la gousse. D'après les auteurs, l'attention doit se porter sur cet ennemi, pour ainsi dire nouveau pour notre pays, qui risque d'aggraver le mal déjà causé par la Bruche, contre laquelle il semble plus facile de lutter que contre la Pyrale. C'est un insecte cosmopolite se développant aux dépens de légumineuses diverses : lupin, haricot, soya, genêt d'Espagne, acacia, baguenaudier. Il a été signalé en Amérique (Canada, Etats-Unis, Amérique Centrale), en Afrique (Afrique Occidentale, Egypte, Madagascar), aux Indes Néerlandaises, à Ceylan. Il est connu dans les pays du sud de l'Europe, du Caucase à la France ; il remonte jusque dans l'Aube, dans la Loire-Inférieure, le Maine-et-Loire ; il est très commun en Gironde. D'ordinaire il cause peu de dommages dans notre pays ; mais une augmentation des surfaces cultivées en haricots, les essais de culture du soya et la sécheresse de l'hiver 1941-1942 suivie de celles des années 1942 et 1943, semblent avoir favorisé sa multiplication.

A. — *Haricots* : Fin juillet, au moment de la cueillette des premiers haricots demi-secs, 15 % des gousses étaient véreuses, la chenille s'attaquant aux graines à l'intérieur. *Papillon* de 2 cm.-2 cm. 5 d'envergure, reconnaissable facilement à ses palpes très développés, ailes antérieures grises avec deux bandes jaunâtres, ailes postérieures blanchâtres et translucides. Il vole de mai à septembre, mais à cette dernière époque ils sont peu nombreux car beaucoup de chenilles de la deuxième génération passent l'hiver dans leur cocon. Il pond sur la gousse verte. *Chenille* agile de 18-20 mm. de long, tête brune, premier segment thoracique portant cinq taches noires caractéristiques (3 en avant, 2 en arrière) ; le reste du corps est traversé par cinq bandes longitudinales de couleur lie de vin, les bandes latérales étant plus ou moins sinueuses. La teinte des chenilles varie selon l'étendue de ces taches : verdâtre, gris ardoisé, lie de vin. Les jeunes larves blanches se rencontrent dans les gousses vertes dans lesquelles les grains sont déjà gros ;

elles perforent dans ceux-ci un petit orifice qui reste toujours visible, puis elles dévorent progressivement les grains d'une gousse qui bientôt se remplit d'excréments ; généralement une chenille par grain. A son complet développement en août, elle s'ouvre un passage à travers le parchemin d'une des valves et va se transformer à peu de profondeur dans le sol. Elle tisse un cocon léger qui retient agglutinées des particules empruntées au milieu extérieur (sable, débris organiques). La *chrysalide* a l'aspect d'une petite dragée de 13 mm. de long ; or certaines chenilles se chrysalident aussitôt pour donner des papillons dès le début de septembre, d'autres restent à l'état de diapause et arriveront seulement à l'état parfait au printemps suivant.

B. — *Soya :* J. Suire a trouvé la chenille de l'*Etiella* à plusieurs reprises dans du soya des régions de Montpellier, Toulouse. Cette adaptation aux plantes cultivées chez nous paraît secondaire et récente, car le parasite a été indiqué par les anciens auteurs comme se nourrissant en France de graines de Spartium, Sarothamnum, Robinia. Donc une recrudescence de cette espèce quasiment inféodée aux légumineuses, s'est manifestée en 1942-43. Mais, à l'étranger, l'importance économique de cette chenille a été souvent notée ; pour J. van Hall (1929), c'est l'ennemi classique du soya aux Indes Néerlandaises, en Chine, au Japon, en Russie. Il est très fréquent en Italie pour les lupins. Les attaques se produisent surtout en période de sécheresse, le soya restant plus vigoureux et plus frais que la plupart des autres plantes.

Les *moyens de lutte* dont on dispose sont assez restreints ; la plante (haricot, soya) ne se prête pas à des pulvérisations de substances toxiques qui devraient recouvrir les gousses avant la pénétration de la jeune chenille. Au moment de la vente, les larves sont transportées sur les marchés et peuvent créer de nouveaux foyers. Certaines pratiques culturales : irrigation du sol, labours profonds, entraînent la mort de nombreuses nymphes et permettent d'atténuer les dégâts, ex. : en Californie, sur les haricots en 1930.

2) Dans notre pays aucune maladie n'a été signalée, alors qu'à l'étranger différentes pourridiés des racines ont été notées, ainsi que la flétrissure des feuilles, mildiou, oïdium, maladies à virus.

3) Certains animaux peuvent nuire aux cultures : lapins, lièvres, mulots et campagnols, hannetons très friands des jeunes pousses. Les animaux de basse-cour sont très gourmands des graines ; les éloigner donc au moment des semis. J. Bordas a signalé qu'en certains endroits un petit acarien,

un « tétranyque », a fait aux feuilles des attaques très visibles que certains cultivateurs ont prises pour de la rouille.

i) *Prix de revient de la culture :* D'après Blanchard, il était en 1940 de 1.500 à 3.500 francs l'hectare suivant les régions. En se basant sur un prix moyen de 2.500 francs, sur un rendement moyen de 12 quintaux, et sur un prix de la graine de 4 fr. le kilo, on peut obtenir, à l'hectare, 4.800 fr. de graines et 500 fr. de paille, soit un bénéfice brut de 5.300 francs et un bénéfice net de 2.800 francs environ.

En 1941, un arrêté fixait le prix du soya à la production à 800 francs le quintal pour la graine de trituration et à 1.500 francs la graine de semence.

j) *Résultats d'essais de cultures en France.* — 1) *Culture dans le Midi de la France :* J. Bordas a été chargé en 1941, pour le Midi de la France (1), de répartir des semences de soya acclimatées aux agriculteurs susceptibles, d'après avis des services agricoles, d'entreprendre à bon escient une expérimentation convenable. Mais n 1941, ls conditions ont été fortement défavorables : printemps très pluvieux et froid, puis brusquement de fortes chaleurs prématurées qui ont nui aux semis.

Influence du sol : Dans les limons fluviatiles argilo-calcaires de la basse vallée du Rhône, en Provence et en Languedoc, des rendements d'environ 2.500 kilos à l'hectare ont été obtenus, comparables à ceux de Schad à Clermont-Ferrand, en bonnes terres de Limagne. Donc si l'on veut obtenir une culture intensive et rémunératrice, le soya ne donnera un bon rendement que dans ce type de sol « pédocalcique » gris, jaune, des vallées ; autrement les résultats seront inférieurs.

Variétés : La plupart des essais ont été faits dans le Midi avec des soyas des collections de Rouest. Or, ces variétés avaient encore besoin d'être sélectionnées ; le défaut d'une amélioration génétique, dont seuls le blé et la betterave ont largement bénéficié en France, se fait encore nettement sentir pour le soya.

Cycle de végétation : Les variétés précoces et demi-précoces (cycle de végétation de 95-110 jours) sont surtout à considérer pour le Centre, la moyenne vallée du Rhône et la région de Toulouse ; aussi pour les parties des Alpes-Maritimes et les Pyrénées-Orientales où les gelées ne sont plus à craindre dès mars, car dans ces deux dernières

(1) Quinze départements du S.-E. et du Midi.

régions on aura l'avantage de pouvoir récolter au début de juillet avant la grosse sécheresse et de faire une seconde culture d'été à l'arrosage, que l'on pourra rentrer avant les froids. Les variétés semi-tardives (cycle de végétation de 120-125 jours) à grande productivité (18-22 quintaux en 1941) seront cultivées ailleurs ; ce sont les plus intéressantes si le soya est cultivé comme fourrage vert. Le soya doit toujours rester en tête de rotation, suivi d'une culture d'hiver (choufleur, épinards, blé). Les variétés à cycle de végétation dépassant 140 jours ne conviennent pas, même pour le Midi de la France.

Influence des engrais : Le soya est sensible à un apport normal de fumure phosphatée et surtout potassique ; 25-30 kilos d'azote par hectare suffisent.

2) *Culture au Nord de la Loire.* — Blanchard (directeur de la Station centrale d'essais de semences à Paris), en 1941, a fait les observations suivantes : 95 variétés de soya, assez précoces pour mûrir leurs graines dans la région parisienne, furent semées en mai (période la plus favorable : 1-15 mai, sous le climat de Paris pour éviter des gelées tardives et s'assurer un rendement maximum). Les variétés *Lisbonne* et *Tokio noir* peuvent mûrir normalement leurs graines en grande culture en septembre-octobre. En 1943, il a cultivé 150 variétés d'origine américaine, allemande, autrichienne et aussi variétés répandues par L. Rouest ; ces dernières avaient été en grande partie essayées à Grignon avec un numéro correspondant au livre généalogique de Rouest, mais avec quelques confusions dans le numérotage de ces variétés, d'où de nombreuses synonymies que Blanchard a cherché à faire disparaître. Les caractères choisis pour définir les différentes variétés sont ceux qui servent de base à la classification américaine. Il a étudié ces variétés dans la région parisienne, surtout au nord de la Loire, et il a reconnu qu'il y avait intérêt à cultiver un petit nombre seulement de ces variétés, mais bien choisies. Les cultures doivent être orientées vers deux fins distinctes :

a) *Production de graines de semences* dont il faudra abaisser le taux d'humidité à 12 % par séchage ;

b) *Production de graines industrielles* : Le séchage de ces graines ne s'applique pas seulement au soya, mais aussi au colza, à la navette, etc... Des essais récents, ouvrant pour l'avenir de larges perspectives, ont été faits avec, comme lampes de séchage, des lampes à radiation infra-rouges per-

mettant avec les graines de soya (et aussi la farine) de sécher, d'enlever l'amertume et de torréfier.

Les régions de culture françaises pour le soya situées au nord de la Loire sont très variées : celles du Val de Loire paraissent indiquées pour produire des graines de semences, à la fois au point de vue climat et présence d'une main-d'œuvre qualifiée ; les régions situées plus au nord et, surtout la Beauce, offrent des superficies étendues se prêtant bien à la culture des graines industrielles.

3) *Aperçu sur quelques résultats de petites cultures en 1943 :* A la suite de la propagande faite par l'Institut National du soya, et à l'aide de graines sélectionnées, près de 500 cultivateurs ont ensemencé en 1943 de petites surfaces. L'enquête faite par l'I. N. S. a démontré que la culture du soya est possible dans presque toute la France, avec toutefois des régions nettement plus favorables et plus certaines pour la maturité des graines, ex. : dans la zone sud. Des rendements très différents ont été trouvés dans les mêmes régions, dus souvent à la période d'ensemencement, à la façon de conduire les cultures et surtout à la préparation et à la composition des sols. A noter que le soya a mieux résisté à la sécheresse que d'autres légumineuses, ex. : haricot.

Des efforts sérieux ont été faits dans des domaines de grande culture en Sologne : des terres pauvres ont donné des rendements très intéressants ; malheureusement d'importants dégâts ont été occasionnés aux récoltes par les lapins sauvages.

Des pépiniéristes belges ont pris l'initiative de fournir en mai, pour les régions du nord, de jeunes plants de soya âgés de 5-6 semaines, ce qui permet, après repiquage convenable, de compenser le manque d'heures de soleil de ces régions, préjudiciable à une bonne maturité de la plante.

CONCLUSIONS

L. Mila tirait comme conclusions de la culture du soya en France que celle-ci n'avait pu se développer jusqu'à la guerre pour des raisons techniques indiquées précédemment et aussi pour des raisons économiques : absence de débouchés certains, stables et rémunérateurs.

La guerre actuelle a situé le problème du soya sous un aspect différent : nous manquons à la fois de matières grasses, de matières azotées et d'autres éléments nutritifs que le soya peut nous fournir en abondance. Donc il apparaît que la culture du soya mériterait d'être développée dans certaines régions de notre pays. Mais ce résultat ne pourra être obtenu que lorsque certaines questions techniques : obtention de variétés intéressantes, fourniture de semences, etc..., et économiques : prix rémunérateurs pour la culture, auront été résolues.

Il serait souhaitable que la culture du soya soit officiellement encouragée par la souscription de contrats de cultures de semences, tels que ceux qui existent déjà pour les autres plantes oléagineuses, à condition toutefois que les cultivateurs s'engagent à n'employer que des semences obtenues par les sélectionneurs agréés. (Les semences étant remises à des cultivateurs qualifiés qui se sont toujours spécialisés dans la sélection des semences afin d'éviter tout gaspillage). Nous pouvons dire dès maintenant que ce désidératum est en voie de réalisation : les coopératives des producteurs de soya s'occupent de fournir à ceux-ci les graines sélectionnées nécessaires aux semailles, ainsi que les engrais appropriés ; des contrats de culture sont souscrits ; il existe plusieurs coopératives de ce genre en France, ex. : Agen pour la vallée de la Garonne (400 adhérents, groupement agricole agissant dans le cadre de la corporation paysanne) ; Marseille avec plusieurs sections à Saint-Rémy-en-Provence, Aix, Manosque, Toulon ; Clermont-Ferrand (culture en 1944 de 80 hectares de soya) ; Valence.

Et dans le numéro du 20 mors 1944 de la *Voix Paysanne* on pouvait lire ce qui suit : « La culture du soya est vivement encouragée par les pouvoirs publics. C'est le Groupement interprofessionnel des oléagineux métropolitains G I O M, 12, avenue George-V, à Paris, qui, en liaison avec la Corporation paysanne, dirige et contrôle la production de cette graine. Le cultivateur qui désire cultiver du soya devra s'adresser au G I O M. Un contrat de culture sera établi. Il conditionnera la cession de semences et l'engagement d'acheter la récolte au producteur. Le prix des semences est d'environ 40 francs le kilo au départ. La récolte est achetée 2.050 francs le quintal de graines sèches, saines et propres quand le pouvoir germinatif atteint 30 % ou 1.332 francs si ce pouvoir est inférieur et les graines mélangées. La paille reste la propriété du producteur. Or nous verrons qu'elle est de bonne valeur alimentaire et que le bétail l'accepte bien lorsqu'elle est mélangée avec d'autres aliments. Le producteur reçoit, au prix de la taxe, 4 kilos d'huile et 10 kilos de farine alimentaire à base de soya, aliment puissant, par quintal de graines livrées.

« Donc pour un ha produisant 15 quintaux de graines, un cultivateur peut recevoir 60 kilos d'huile, 150 de farine ; il percevra 30.750 francs et conservera 20 quintaux environ de paille.

« Il y a donc là une culture intéressante à tous les points de vue et qui contribuera pour une large part à l'amélioration de notre production de produits oléagineux métropolitains dont nous avons actuellement tant besoin ».

II. — LA COMPOSITION CHIMIQUE DES GRAINES DE SOYA

Elle varie selon les origines et les variétés (1). A. Rouest donne un tableau comparatif de la composition du soya par rapport à d'autres légumineuses ; nous y ajouterons le lupin, d'après une étude de M. le Professeur Guillaume.

	Mat. azotées	Mat. grasses	Mat. amylac.	Cellulose	Mat. minér.
Soya ..	34,8 à 40	13 à 26	22 à 30	3,6 à 6,2	4,3 à 6,2
Lupin ..	38 à 47	4 à 8	2 à 2,5		4,5 à 5,5
Lentilles	19,3 à 24,6	0,5 à 1,4	56,1 à 62,4	2,9 à 3,7	1,7 à 3,4
Haricots	13,8 à 26,4	0,4 à 2,4	52 à 63,2	1,9 à 6	2,2 à 5,6
Pois ...	19 à 26,6	0,8 à 1,6	56,1 à 61,1	2,4 à 3,5	2 à 3,7
Fèves ..	20,9 à 26,5	0,8 à 1,5	51 à 58	5,2 à 7,8	2 à 3,2

Le soya est donc la plus riche de toutes les graines de légumineuses employées à l'alimentation de l'homme (1). D'après sa valeur alimentaire, il constitue un élément énergétique considérable démontré par l'analyse comparative suivante :

	Graine de soya	Viande de bœuf
Eau	9,87	74
Matières protéiques	36,67	22,74
Matières grasses	17	2,30
P 205	1,45	0,66
Potasse	3,10	0,54

D'après J. Bordas (1940), on admet actuellement pour les soyas cultivés, les moyennes suivantes % : protides 36-44, lipides 18-25, glucides environ 20 dont 5 d'amidon au maximum.

(1). L'arachide contient environ 46 % de corps gras, 31 % de matières azotées ; le lupin blanc 8-10 % — 40 %.

L. Mila donne, en 1942 : 30-46 % de protides, 11-24 % de lipides, 20-30 % d'hydrates de carbone, 4-10 % de cellulose, 3-6 % de matières minérales. D'après Jumelle, les soyas jaunes sont souvent les plus riches en huile, les noirs les plus pauvres.

Le grand intérêt que présente ces graines, c'est de contenir en abondance (ce qui est plutôt rare) à la fois des matières grasses et des matières azotées : d'où leur importance alimentaire et industrielle.

— 1) *Protides :* D'après Meissel et Bocker (1883), elles comprennent caséine soluble 30 %, caséine insoluble 7,5 %, albumine 0,5 %. La caséine du soya, « caséine végétale » appelée encore « légumine », diffère un peu par sa composition chimique des caséines animales ; mais, comme ces dernières, elle est coagulée par la présure, par les acides étendus, et attaquée par les ferments lactiques en donnant les mêmes produits.

— 2) *Lipides :* Huile de soya 18-20 % tenant en dissolution 2 % environ de lipoïdes (lécithine).

a) *Huile de soya* (2) teneur variable suivant le climat, le sol, les engrais, les variétés de la plante, le mode d'extraction, soit par pression (nettoyage, broyage, chauffage, pression), soit par les solvants (rendement plus élevé). Constantes assez variables : l'acidité (acides libres en acide oléique) 2,5 en moyenne, est très affectée par l'air humide et dépasse parfois 8 ; densité de 0,924 à 0,930 en moyenne, mais atteignant souvent 0,950 : donc poids spécifique supérieur à celui des autres huiles végétales ; point de solidification de — 8 à — 15° ; point de fusion des acides gras 27-29 ; indice d'iode 121 ; indice de saponification 192. Huile assez fluide, jaune rougeâtre, d'odeur assez forte et spéciale non désagréable (1), saveur de légume sec laissant un arrière-goût de haricot cru qui déplait en général, mais qui s'élimine en partie par raffinage. C'est une huile demi-siccative qui, à l'air, se couvre d'une pellicule ; étalée sur plaque de verre, elle ne sèche que lentement (2-5 jours). Elle se différencie de l'huile de lin par son indice d'iode qui la rapproche des huiles de chanvre et de caméline. Composition moyenne :

---

(2) Les besoins de la France en huiles et graisses végétales étaient pour 1935 de 511.000 tonnes, alors que la production métropolitaine n'était que de 17.800 tonnes, par suite de la réduction progressive des cultures de plantes oléagineuses.

(1) On peut facilement la désodoriser en la maintenant à température peu élevée sous une cloche à vide.

glycérides constituants : stéarine, palmitine 12 %, oléine 28 %, linoléine 56 %, linolénine 2-4 %, glycérine teneur maximum 10 %, insaponifiable 0,25 % contenant une phytostérine lèvogyre, le Soyastérol. « Cette constitution, dit Matagrin, explique assez bien pourquoi l'huile à faible teneur en acides gras saturés, mais assez riche en oléine, en linoléine, en linolénine, peut convenir aussi bien en alimentation que dans l'industrie ».

b) *Lécithine de soya*, d'étude assez récente, constituée comme la lécithine animale (jaune d'œuf) mais en proportions différentes, par un mélange de lécithine proprement dite (phosphatide donnant par dédoublement de la choline) : 38 %, soit environ 1/3, et de céphaline (donnant de la colamine) : 62 %, soit 2/3, alors que la lécithine d'origine animale contient 60-70 % de la première et 30-40 % de la seconde. Le rapport P/N est constant et égal à 1, mais le produit végétal n'est pas aussi riche en P que la lécithine de l'œuf ; il est aussi plus pauvre en N (cependant la lécithine de soya renferme 0,18 % d'azote. La lécithine végétale présente un aspect cireux, de couleur jaunâtre quand elle retient de l'huile, d'odeur sui generis, peu fusible, insoluble dans l'eau, soluble dans les huiles et les solvants neutres.

— 3) *Glucides :* La graine renferme 10 % de matières sucrées (dextrine des auteurs), 5 % d'amidon au maximum et autant de cellulose.

a) *Matières sucrées :* Le sucre de soya est identique à la galactane, d'après Maquenne, et donne, par hydrolyse ou fermentation, du galactose : d'où la justification scientifique, en ce qui concerne la matière sucrée, du nom de « lait végétal » attribué à l'extrait aqueux de soya, le lactose des laits animaux dérivant, d'après Muntz, des galactanes des fourrages ; par oxydation (NO_3H à chaud) on obtient de l'acide mucique. Pouvoir sucrant faible, fermente rapidement par la levure en donnant du glucose, $\alpha D = + 115°$, ne réduit pas directement la liqueur de Fehling.

b) *Matières cellulosiques :* 3,6 à 11,7 % ; cette faible teneur ne gêne pas l'industrie et joue un rôle mécanique en thérapeutique.

c) *Amidon :* Elimination presque totale dans la graine de soya qui rappelle en cela celle du lupin et due, d'après certains, à la présence de diastases énergiques ; de plus, l'amidon qui reste est dans un état de division extrême, ce qui est important pour l'alimentation et pour les usages industriels.

— 4) *Matières minérales :* 3-6 % (1) avec une forte proportion de P 205 environ 1,38 % ; de potasse : 1,89 % ; l'azote total atteignant 6,5 %, ces éléments font la valeur de la fève entière ou du tourteau de soya soit comme fertilisant, soit comme aliment (Matagrin).

— 5) *Diastases du soya :* Diastase amylolytique beaucoup plus active que celle de l'orge germé (malt) et donnant plus de glucose (d'où l'explication de la pauvreté du soya en amidon) ; ferment lipolytique rappelant la lipaséidine des graines de ricin.

— 6) *Ses vitamines :* D'après l'étude de M^me^ Randouin et Simonet, la graine renfermerait les deux vitamines liposolubles A et D, vitamine de croissance et vitamine antirachitique, et de la vitamine hydrosoluble B.

— 7) *Stérols :* « Soyastérol » en assez grande abondance, utilisé pour l'industrie des hormones de synthèse : préparation de la progestérone, ou lutéine, ou hormone du corps jaune.

---

(1) Cendres : moyenne 4,8 % d'après Matagrin.

III. — L'UTILISATION DU SOYA DANS L'ALIMENTATION ET DANS L'INDUSTRIE

Il ne suffit pas de cultiver le soya, il faut encore que les graines récoltées et mises en vente sur le marché puissent trouver acquéreur, c'est-à-dire avoir des débouchés soit dans l'alimentation française, soit dans l'industrie de notre pays. C'est l'utilisation du soya à ce double point de vue que nous allons exposer ici.

Mais avant de commencer, nous voudrions attirer l'attention sur un point qui a été souligné par J. Bordas, directeur de la Station de Recherches agronomiques d'Avignon, dans la Préface du petit opuscule sur le soya français de A. Rouest, le fils de celui qui a introduit en France cette merveilleuse légumineuse : il a suivi dpuis son adolescence tous les efforts de son père, dans la région du Bas-Rhône. A cette époque, L. Rouest poursuivait, avec J. Bordas, cette tâche de faire connaître le *Soya hispida* aux agriculteurs français ; bien peu suivirent leurs conseils, tant il est vrai que nul n'est prophète en son pays. Et pourtant cette humble plante, si connue de par le monde et déjà si répandue, aurait pu dans l'économie intérieure de la ferme française rendre déjà de grands services comme plante fourragère et comme aliment du bétail. Il s'agissait, c'est entendu, d'économie fermée, mais on se réservait l'avenir.

Et aujourd'hui, dans la terrible crise que nous traversons, le Soya s'il avait été cultivé un peu dans chaque ferme, ainsi que le demandaient ces précurseurs, contribuerait puissamment à ce redressement de la France [redacted]

« Alors actuellement, faute de semences acclimatées en quantité suffisante, faute de n'avoir pas écouté en temps voulu des précurseurs comme Rouest, véritable apôtre du

Soya, nous sommes obligés de démarrer doucement dans cette voie qui nous offre tant de débouchés et tant d'avantages. »

I. — DANS L'ALIMENTATION

a) *Alimentation humaine :* « Grâce à une composition riche et bien équilibrée, le soya peut fournir à l'organisme, en proportion satisfaisante, tous les matériaux indispensables à la vie », Matagrin, 1939.

« En raison de sa richesse en matières azotées, de sa teneur élevée en matières grasses, de sa teneur non négligeable en hydrates de carbone et en matières minérales utiles (phosphore), la graine de Soya », dit encore L. Mila en 1942, « peut être considérée comme un aliment presque complet. Riches en vitamines, de valeur énergétique très élevée, les substances azotées qui la composent ont une valeur supérieure à celle des céréales et équivalent à certaines protéines d'origine animale ».

L'intérêt du Soya ne se trouve pas seulement dans sa richesse en principe nutritifs et en vitamines, mais encore dans l'absence de résidus encombrants de digestion : 0,2 % à peine de résidus puriques.

En effet, d'après l'étude du Professeur Terroine, en 1931, sur l'utilisation du soya, il faut réunir, sous le nom de coefficient d'utilisation pratique à la fois la digestibilité et l'aptitude à régénérer de nouveaux tissus dans la croissance, et cet auteur constate que le soya se place immédiatement à la suite, et très près, des aliments d'origine animale, présentant un avantage très marqué sur tous les autres produits végétaux (1). Le soya constitue, avec le riz, la base de l'alimentation de toute la race jaune ; ne mangeant pour ainsi dire pas de viande, cette légumineuse lui apporte l'aliment azoté indispensable. Dans ces régions, on fait subir à la graine une série de transformations qui ont pour but de modifier son goût sui generis et de le rendre plus digestible. Pour montrr l'importance qu'a prise le soya (plante vénérée, dans l'économie des pays d'Extrême-Orient), J. Bordas écrit en 1940 : « Au début de chaque année se déroule la cérémonie boudhique du « Sessenboum » ; des graines de soya grillées sont lancées sur les marches des temples, afin de chasser le démon et faire rentrer le bonheur dans chaque

(1) De plus il n'a pas, comme la viande, la propriété d'être excitant et toxique.

foyer. La foule s'empresse de ramasser les fèves bénies et chacun doit en rapporter chez lui autant qu'il compte d'années ».

Dans le chapitre de son ouvrage sur le « soya dans l'alimentation humaine », A. Rouest dit que « à part 5 ou 6 variétés, le soya n'est pas très utilisable pour la cuisine familiale, car la cuisson en est assez difficile et le goût pas très savoureux. Cependant les variétés alimentaires peuvent être utilisées comme le haricot, à l'état sec ou à l'état vert (écossé). Cet aliment, poursuit l'auteur, qui depuis des milliers d'années remplace presque totalement la viande et les laitages chez les millions d'hommes qui peuplent l'Extrême-Orient, possède incontestablement des avantages : le tout est de l'accomoder au goût européen, français ».

Le soya peut être utilisé dans l'alimentation humaine au même titre que la plupart de nos légumes secs avec, toutefois, cette différence que le soya est beaucoup plus nourrissant ; à titre indicatif, 125 grammes de soya, soit une poignée et demie, remplacent environ 250 grammes de bœuf, un litre de lait ou neuf œufs. Voici ce que disait le « Times », un peu avant cette guerre : « Le soya est devenu d'une importance vitale. Sa richesse en protéine et en graines lui permet de remplacer la viande, le lait et les œufs. Il ne constitue pas un « ersatz », mais un aliment supplémentaire très précieux, dont la valeur nutritive est consacrée depuis des siècles par l'expérience de l'Extrême-Orient ».

Les Allemands l'ont fort bien compris, puisque un de leurs communiqués en date du 16 mai 1940 faisait savoir que l'avance rapide des armées du Reich en France était due en partie aux méthodes employées pour résoudre le difficile problème du ravitaillement ; un mets particulièrement répandu dans l'armée allemande est une sorte de boulette formée de farine de soya et de diverses céréales avec du blanc d'œuf et des épices ; sous un poids et un volume insignifiant, il permet d'emporter pour plusieurs jours de vivres.

Le soya n'est pas appelé à concurrencer nos légumes secs qui, par leur richesse en féculents, sont supérieurs gustativement, sinon chimiquement. Cependant quelques variétés se prêtent admirablement, ainsi que nous le verrons plus loin, à la fabrication de conserves, et peuvent même servir à la cuisine familiale. Ce sont ces variétés qui, cultivées dans les jardins potagers, donneront des rendements énormes et pourront servir soit à la consommation familiale toute

(1) Beaucoup d'Européens se sont préoccupés de tirer parti des principes nutritifs abondants existant dans les graines de soa pour l'alimentation des armées en campagne et des troupes coloniales.

l'année puisqu'ils sont récoltés en grains secs comme les haricots, soit à la fabrication de conserves.

Il découle donc de tout ceci que le soya est appelé à prendre une place de premier ordre dans l'alimentation humaine, mais surtout après transformation.

Calcul et comparaison des teneurs des légumineuses alimentaires pour l'homme en éléments nutritifs (d'après Wein) :

	Protéines	Graisses
Soya	666 kilos	366 kilos
Haricots	154 »	40 »
Pois	498 »	34 »

Donc, en Europe, les meilleures plantes cultivées comme légumineuses alimentaires pour l'homme exigeraient 3-5 fois plus de surface que le soya pour produire autant de protéines et de graisses et 3-5 fois plus de dépenses.

Si l'on compare la teneur en calories fournies par les aliments usuels et par le soya, on trouve que parmi les produits végétaux, ce sont : le soya et les noix qui en fournissent le plus au kilos : 4.000 et 6.637 ; les graisses et huiles animales en donnant 8.400.

1) *La fève entière* doit être bien cuite, autrement elle est dure ; on facilite sa cuisson par macération préalable dans de l'eau bicarbonatée et légèrement salée pendant 12-24 heures. Se souvenir que le soya, légume non féculent, garde toujours plus ou moins la consistance de la noix et ne devient jamais fondant comme la pomme de terre, le pois ou le haricot, après cuisson. Pour masquer son goût particulier de haricot vert, on additionne de condiments : tomates, oignons, poivre, céleri, les divers plats et potages au soya. Les *germes de soya*, longs de 0 m 20, assez connus des Parisiens avant 1914, sont consommés en salade et en potage au Japon et en Chine. En France, ils sont employés soit en *salades* après les avoir blanchis au préalable par macération de cinq minutes environ dans l'eau bouillante, soit en légumes, également après blanchissement, en les faisant cuire dans de l'eau additionnée de sel, de poivre et de beurre, pendant vingt minutes ; servir avec un peu de citron. Préparation rapide et facile qui remplace le bouillon de viande.

Obtention des germes. — Placer dans une caisse 10-15 cm. de sable fin, recouvrir d'un linge, mettre la quantité de soya voulue et rabattre le linge ; bien humecter d'eau jusqu'à ce que les germes atteignent 0 m 10-0 m 20, ou encore : faire tremper les graines pendant une nuit, les placer dans

un récipient muni de trous de drainage et contenant de la mousse humide, du sable fin et du terreau. Placer couvert dans un endroit assez chaud, un peu humide (cave ou serre). Pendant la germination arroser 3-4 fois par jour avec de l'eau tiède. De bons germes doivent avoir 20-25 cm. de long et 5-7 mm. de diamètre.

Avec les *graines de soya torréfiées*, on prépare du « café de soya » utilisé depuis cinquante ans en Europe Centrale pour remplacer le café de glands doux et, en partie, le vrai café. Ainsi que les graines de lupin bleu torréfiées, celles de soya pourraient servir actuellement en France (si nous en avions suffisamment), à préparer des produits de remplacement du café (cafés à 10-15 % de café pur). Pour préparer du café de soya, toutes les variétés peuvent être employées, mais Rouest conseille d'utiliser de préférence les variétés à tégument clair, car il est plus facile d'en surveiller la torréfaction, qui doit être arrêtée lorsque la couleur de la graine devient brun-noir (2), car trop poussée on développe l'amertume. Pour obtenir l'arôme du café, mélanger 10-15 % de café entier : il faut une cuillerée à dessert par tasse et une infusion de 2-3 minutes.

Condiments solides et liquides à base de soya : Faire développer des moisissures sur les graines (condiment solide), broyer (produit pateux), ajouter de l'eau salée, laisser fermenter, filtrer (sauce très relevée).

De tous les produits alimentaires à base de soya, le « *lait végétal* » fut le premier à retenir l'attention des Européens. Depuis l'étude du pharmacien commandant Bloch des troupes coloniales, publiée en France en 1907 sur les préparations de soya (bouillon, pain, lait, fromage de soya), la fabrication du lait végétal s'est modernisée ; actuellement, les procédés américains, étudiés de 1917 à 1936, consistent surtout à faire macérer les fèves jaunes dans dix fois leur poids d'eau pendant une nuit (même 24-36 heures selon l'ancienneté de la graine), puis à les broyer au moulin en faisant couler de l'eau sur la pulpe de façon à obtenir une pâte très fine qu'on abandonne à la fermentation diastasique pour solubiliser les protéines ; ébullition de vingt minutes suivie de filtration sur coton ou dans un filtre, et on obtient une émulsion ressemblant au lait de vache, ne donnant pas de dépôt coagulable comme lui, de réaction acide, mais d'odeur de malt, de saveur de haricot, qui ne sont pas gênants lorsque le lait est préparé avec des graines fraîches ; par litre, il renferme 57 de protides, 24 de lipides, mais

(2) Couleur brun chocolat à l'intérieur. Sortir aussitôt le soya du grilloir et aérer pour que le refroidissement se fasse rapidement.

seulement 14 de glucides et 8 de sels minéraux ; sa richesse en extrait sec ne dépasse jamais 20 %. Dans l'alimentation, on peut le mélanger au lait de vache ou à la boisson de café, mais il faut y ajouter du sucre et des sels. Il a été préconisé en Amérique et en Europe pour nourrir les jeunes animaux à l'étable : veaux, porcs, chèvres, par dilution 25-50 % à du lait de vache ou à du petit lait ; pour élever les animaux de basse-cour, sans oublier les chiens et les chats.

Lors de la première communication sur le lait de soya, faite en 1905 au Congrès international de Laiterie, par Li Yu Ching, conseiller de première classe au Ministère de l'Agriculture de Chine, l'impression sur les propriétaires de vaches a dû être plutôt défavorable et servir plus d'épouvantail que d'apport à la cause du soya et de son lait végétal pour les jeunes animaux. C'est que la question a été mal posée : le lait de soya, en effet, n'est pas destiné à concurrencer le lait animal dans l'alimentation de l'homme notamment, mais simplement à favoriser l'élevage des jeunes animaux de ferme. Comparé au lait d'autres animaux, il est plus riche qu'eux en substances azotées :

Lait de ‰	Protides	Lipides	Glucides	Mat. minérales
Soya	57,6	24,6	14	8,4
Vache	35	40	52,5	7,5
Brebis	57,5	72,5	55	10
Femme	22,5	25	60	2,5

Avec le développement de la culture du soya, il sera bientôt possible de trouver dans le commerce des moulins pour la fabrication de ce lait végétal. Le tourteau, résidu de fabrication, pourra servir à confectionner des pâtées pour les animaux. Donc, le lait de soya, utilisé pour nourrir le jeune bétail, permettra de réserver exclusivement à l'alimentation humaine le lait et le beurre animal, ce qui, à l'époque actuelle de nos restrictions alimentaires, serait d'un gros avantage pour nous.

L'alimentation des jeunes veaux avec le lait de soya a été bien étudiée en France par Pitron. Les directives données par lui sont les suivantes : pendant la semaine qui suit la naissance, le veau ne doit recevoir que le lait de la mère. Par la suite, on le nourrit comme suit :

2e sem.	5	litres	de lait de la mère	+	6	litres	de lait de soya
3e sem.	4	»	»	+	7	»	»
4e sem.	2	»	»	+	11	»	»
6e sem.	0	»	»	+	16	»	»
8e sem.	0	»	»	+	20	»	»
10e sem.	0	»	»	+	22	»	»

L'auteur recommande d'ajouter 100-125 gr. par litre de farine de manioc dès la septième semaine. Pas de diarrhées alors qu'elles sont fréquentes lors de l'alimentation avec le lait écrémé, pas de troubles digestifs. La viande de veau est blanche, la graisse abondante et ferme. En s'inspirant des méthodes ci-dessus, le lait de soya pourra être utilisé dans l'alimentation de tous les jeunes animaux. Ce lait végétal pourra désormais réduire dans de telles proportions les frais de régime lacté que l'éleveur sera assuré d'y trouver son avantage et qu'il pourra en augmenter la durée. D'où l'usage prolongé et exclusif du lait végétal sera le premier pas, et le plus important, dans la voie de l'amélioration générale de nos races bovines et de toutes nos races animales. De plus, le lait de soya peut être desséché et réduit en *poudre :* celle-ci constitue un aliment concentré plus riche en matières azotées et grasses que les produits similaires fabriqués avec le lait de vache écrémé : on pourra l'employer aussi à l'alimntation animale. Formule proposée : poudre de lait de soya, farine de soya ou de maïs, farine de rix, fécule, poudre d'os.

Ainsi donc, lorsqu'à partir de 1944, la culture de soya sera développée en grand dans notre pays, on pourra retirer des graines de cette émulsion appelée « lait de soya» qui pourra servir à l'alimentation des jeunes animaux, et notamment des veaux, en présentant ce double avantage :

1) Les frais du régime lacté étant moins élevés, l'éleveur en augmentera la durée, ce qui aura pour conséquence l'amélioration de notre race bovine ;

2) Le lait de soya remplaçant le lait de la mère pour les jeunes, le lait de vache et ses dérivés serviront exclusivement à l'alimentation humaine, à notre grand avantage.

Les dérivés du lait de soya : On prépare un lait concentré, une poudre de lait, des laits fermentés après addition de sucre et de ferments lactiques et assez semblables au képhir et au yogourth ; des fromages de soya (te ou fou des Chinois, considéré comme de la « viande sans os », soyu des Japonais) ; d'après J. Bordas, les Orientaux font trois variétés de fromages : une de couleur jaunâtre rappelant le roquefort ; une autre blanche et salée ressemblant au fromage de chèvre ; enfin une variété cuite ayant assez l'aspect du gruyère. Ces fromages sont des aliments azotés de premier ordre, riches en matières grasses et en matières minérales (phosphates). Ils s'emploient en cuisine à diverses préparations (omelettes, pâtes, saucisses, etc...).

Les fèves fermentées servent aux Asiatiques à préparer des condiments et des sauces : ex. le soyou ou condiment liquide ressemblant comme goût au jus de viande ; le miso ou condiment pâteux, sorte de bouillie aigre faite avec du soya et du riz fermenté ; le nalto japonais ou condiment solide ; ces sauces asiatiques très riches en acides aminés par suite de l'action des diastases au cours de la fermentation, servent à « relever » la saveur des préparations à base de riz, des bouillons de légumes, etc...

2) La *farine de soya*, beaucoup plus riche en protides et en lipides que les farines de céréales, par contre pauvre en amidon (d'où elle n'épaissit pas à la cuisson), a été traitée par de l'air surchauffé pour lui enlever à la fois son odeur et sa saveur particulières, mais, provenant directement des graines, on peut la désamériser par l'action des rayons infra-rouges obtenus avec des lampes Mazda ; il en est de même avec la farine de tourteau. Voici, d'après Rouest, une très bonne façon de préparer la farine de soya (toutes variétés) : faire subir à la graine une demi-torréfaction (arrêter quand les graines commencent à devenir brun-clair) ; moudre au moulin à café. Cette farine légèrement torréfiée est excellente, dit l'auteur, le goût désagréable, sui generis, de la plupart des soyas ayant été enlevé et remplacé par un goût de noisette, très caractéristique. Mais il est préférable d'utiliser les variétés plus spécialement affectées à l'alimentation humaine. La farine de soya permet d'utiliser au mieux toutes les qualités du soya, car elle peut être incorporée à tous les aliments de haute valeur énergétiqu. C'est un aliment de grande richesse, beaucoup plus riche en matières azotées et en matières grasses que la farine de blé : 40 contre 10 et 20 contre 0,9. On utilise : *a)* en *boulangerie*, pour la fabrication de pains complets (à 20-30 % de farine de soya), de pains de ménage (très intéressant pour le travailleur dépensant beaucoup de forces physiques, pour les sportifs), de pains de régime pour diabétiques. Les formules de ceux-ci ont évolué depuis la première en date en France, celle du Dr Lecerf (1888), préconisée par Dujardin-Baumetz ; il y eut ensuite celle de Bourdin, de Reims, le pain de Soya-gluten, le pain de soya du Dr Le Goff (1910-1919), pour en arriver aux excellents produits diabétiques à la farine de soya Heudebert, de Nanterre (aliments de régime pour diabétiques et enfants) ; *b)* dans l'*art culinaire*, cette farine ajoutée à la dose de 20-25 % à divers plats augmente leur valeur nutritive en lipides et en protides ; elle sert à fabriquer de faux pâtés de viande de valeur alimentaire très

haute et de goût très fin : Faire un mélange intime de deux parties de soya (farine cuite), une partie de pommes de terre cuites, une de filets de harengs (ou autre poisson) fumés, après passage à la machine à hacher. En Russie on prenait de l'esturgeon fumé.

Le *soyenta* est un mélange ââ de purées de pommes de terre et de soya (avec farine) additionné de condiments : cette pâte est mise au four. On sert sous forme de boulettes.

Additionnée d'épices et de sel, la farine de soya sert à fabriquer des comprimés alimentaires pour la confection instantanée de potages ou de sauces. En pâtisserie (à la dose de 10-20 %), elle sert à préparer des gâteaux, des biscuits, des biscottes ; elle entre dans la confection de pâtes alimentaires, ce qui lui réserve un grand avenir ; on peut en préparer des confitures, du chocolat de soya à 10-25 %.

Confiture de soya : Délayer un kilo de farine dans un peu d'eau salée et faire cuire ; dissoudre un kilo 500 de miel dans un peu d'eau et chauffer ; verser la purée de soya en remuant et faire cuire pendant une heure. Décanter dans des bocaux, fermer et stériliser au bain-marie. On peut parfumer au préalable. On peut préparer également de la confiture avec les graines qui ont macéré préalablement pendant 24 heures dans l'eau : 1 kilo de graines, 750 gr. de sucre, faire cuire jusqu'à consistance de crème de marrons.

Formules de préparations alimentaires à base de soya

Ne pas considérer la graine comme un légume sec ordinaire : elle est surtout bonne à consommer, soit après avoir été préparée spécialement, soit après transformation en farine :

1. — *Préparations à base de graines de soya :* 1° *Crème de Soya :* Marécation de 12 heures des graines en décantant l'eau à trois reprises. Egoutter, faire cuire avec une gousse de vanille. Passer au moulin à légumes et sucrer la pâte : 250 gr. de sucre pour un kilo. On peut mélanger à la pâte des graines de soya grillées et concassées.

2° *Pâté de Soya :* Macération des graines pendant 12 heures. Egoutter. Ajouter une assez forte proportion d'épices : sel, poivre, ail ou suc d'ail, oignon, quelques os avec leur cartilage, 2-3 œufs, un peu de foie d'animaux. Décoction de trois heures dans de l'eau froide comme pour les haricots. Passer au moulin à légumes, ajouter quelques pommes de terre bouillies. Brasser, mettre à cuire dans un four pendant 30 minutes. Rendement : avec 500 gr. de graines, 1 kg 200-

1 kg 500 de pâté pouvant remplacer la viande. Emploi : froid ou chaud avec sauce tomate, salade ou légume ou étendu sur du pain.

3° *Soyenta :* Mélange de grains de soya cuits et passés à la machine à hacher, et de purée très épaisse de pommes de terre ââ. Ajouter les condiments nécessaires pour relever sa fadeur. Faire cuire au four. Découper en tranches ou faire des boulettes que l'on achèvera de faire cuire au four. Emploi avec sauce tomate.

2. — *Préparations à base de farine* obtenue ainsi : Faire griller légèrement les graines (1) pour enlever leur goût particulier : grillage suffisant quand l'enveloppe commence à se fendre. Alors la graine est bonne à consommer : goût et parfum agréables. Passer au moulin à café et tamiser.

1° *Potages :* a) *Aux pommes de terre :* Couper 200 gr. de pommes de terre en morceaux et faire cuire dans un litre d'eau contenant 74 gr. de NaCl, 50 gr. de céleri et de persil coupés. D'autre part, couper 75 gr. d'oignons en petits morceaux et chauffer dans une poêle avec 10 gr. de margarine. Verser dans la macération aqueuse, ajouter 50 gr. de farine de soya, porter à ébullition et faire bouillir en agitant pendant 45 minutes et en remplaçant l'eau qui s'évapore.

b) *Aux légumes :* Couper un oignon, 50 gr. de persil et céleri en morceaux et chauffer dans une poêle avec 10 gr. de margarine. Ajouter 50 gr. de farine de soya et faire cuire en agitant. Ajouter de l'eau froide lentement et décanter dans q. s. d'eau pour un litre de potage, ajouter une tomate pelée, 2 poireaux, 4 gr. de NaCl et faire bouillir pendant 45 minutes en remplaçant l'eau qui s'évapore.

2° *Omelette :* Mélanger 45 gr. de farine de soya dans 150 gr. de lait. Faire cuire 15 minutes en agitant. Séparer les jaunes des blancs de trois œufs. Incorporer la bouillie précédente aux jaunes. Battre les blancs en y incorporant du sel, mélanger les deux masses=pâte. Fondre 25 gr. de margarine ou de beurre dans une poêle, verser la pâte et cuire à feu doux jusqu'à coloration jaune doré de la partie inférieure. Plier ou rouler.

3° *Croquettes :* a) *de viande :* Hacher 200 gr. de viande bouillie. Faire cuire quelques minutes dans 100 gr. d'eau, 75 gr. de farine de soya, avec sel, poivre, oignons. Mélanger avec la viande hachée, faire des croquettes qui seront rou-

(1) On peut pour cette légère torréfaction, utiliser les radiations infra-rouges,

lées dans quatre biscottes écrasées (chapelure). Enrober les croquettes à l'aide d'une sauce épaisse obtenue avec 50 gr. de farine de soya délayée dans un peu d'eau. Rouler les croquettes dans le reste des biscottes. Repos une heure. Placer dans du beurre ou de l'huile chauffée dans une poêle et chauffer légèrement sans noircissement.

b) *De poisson*, avec du poisson cuit dont on aura enlevé les arêtes. Hacher très fin persil, citron, oignon, noix muscade, poivre. Chauffer dans une poêle persil, oignons, dans 50 gr. de beurre ou d'huile et ajouter de l'eau pour obtenir une pâte solide. Faire des croquettes que l'on roulera dans deux biscottes écrasées (chapelure). Enrober les croquettes à l'aide d'une sauce épaisse obtenue avec 30 gr. de farine de soya délayée dans un peu d'eau. Rouler les croquettes dans le reste des biscottes. Repos une heure. Placer dans du beurre ou de l'huile chauffée dans une poêle et chauffer légèrement sans noircissement.

c) *De soya* (pour quatre personnes) : Cuire quatre pommes de terre à l'eau, écraser finement, ajouter quatre cuillerées à soupe de farine de soya, du sel, un oignon frit, un peu d'ail, persil haché, jaune d'œuf, blanc battu en neige. Pétrir et faire des croquettes. Rouler dans de la farine. Jeter dans une friture bouillante.

4° *Epinards :* Décoction de 1.500 gr. d'épinards dans 500 cm^3 d'eau en agitant. Egoutter, hacher. Mélanger 10 gr. farine de froment et 20 gr. farine de soya. Ajouter ce mélange, en délayant, à 100 gr. de beurre ou de margarine fondue. Puis une partie des épinards jusqu'à obtention d'une sauce bien liée. Incorporer sel et noix muscade, puis le reste des épinards, un verre d'eau bouillie. Cuisson de 15 minutes.

5° *Crêpes :* Mélanger 120 gr. de farine de froment, 60 gr. de farine de soya, 1 gr. NaCl, puis 400 gr. de lait. Faire chauffer 70 gr. de beurre ou d'huile dans une poêle. Faire frire chaque fois une couche de pâte qui couvrira la surface de la poêle (pour 5 personnes).

6° *Bouchées au soya* (non cuites) : Mélanger beurre ou lait avec farine de soya q. s. pour obtenir une pâte ferme. Incorporer poudre de sucre, eau-de-vie de marc, liqueur, vanille. Rouler en boulettes dans un mélange de graines de soya grillées et concassées et sucre cristallisé.

7° *Crèmes :* a) *par cuisson :* Délayer quatre cuillerées à soupe de farine de soya, deux cuillerées de farine de blé dans 125 cm^3 de lait. Verser dans 750 cm^3 de lait bouillant. Sucrer, parfumer à la vanille. Faire cuire quelques minutes.

Puis ajouter un jaune d'œuf et son blanc battu en neige. Améliorer en ajoutant cerises, pêches, fraises, etc...

b) *Sans cuisson :* Délayer de la farine de soya dans 500 cm³ de lait jusqu'à obtention d'une crème légère, sucrer, ajouter vanille et eau-de-vie de marc.

8° *Cake au soya :* Faire une pâte légèrement liquide avec farine de soya, farine de blé ââ 150 gr. dans deux verres de lait. Ajouter un paquet de levure alsacienne, deux jaunes d'œufs, deux blancs battus en neige, sucrer. Verser dans un moule beurré et cuire au four à feu doux.

9° *Sauce mayonnaise :* Triturer longuement 20 gr. de farine de soya dans 50 cm³ d'eau. Attendre une heure pour monter la mayonnaise à l'aide d'un fouet avec 100 gr. d'huile. Assaisonner avec un peu de moutarde.

b)*Dans l'alimentation du bétail :* Nous avons vu que le « lait de soya » convient parfaitement à l'élevage du jeune bétail. Le soya constitue lui-même un aliment concentré de valeur exceptionnelle très utile pour la période hivernale (chevaux, bovins, ovins). D'après A. Rouest, le soya, étant plus riche en azote que les céréales, de digestibilité très élevée (on admet 90 % pour les substances protéiques), convient particulièrement à l'alimentation des animaux de la ferme sous forme de :

— a) *Graines :* Pour les animaux à l'engrais une ration excellente est composée de pommes de terre cuites à la vapeur mélangées à des graines de soya cuites également. La graine entière se donne aux bovidés après trempage de 24 heures : 1-2 kilos par jour et par tête ; aux chevaux, concassée et mélangée avec de la paille : 100-600 grammes par jour ; broyée, elle est utilisée dans la fabrication des pâtées pour animaux de basse-cour : 25 grammes de soya, 35 de son, 50 de sorgho. Si la richesse nutritive des graines est très grande, par contre la grande teneur en huile et la présence de sels de potassium exige quelques précautions et c'est pour cela qu'il ne faut jamais excéder 25 % de graines dans la ration journalière des animaux de ferme et autant que possible ajouter un peu de sel. Donner toujours les graines concassées et mélangées à d'autres aliments : paille de millet, d'avoine, de maïs, topinambour.

— b) *Tourteau :* L'extraction de l'huile étant poussée jusqu'à l'extrême limite, la teneur en matière grasse se trouve réduite à environ 1 % dans le tourteau, d'où bonne

conservation sans saveur désagréable ; mais le tourteau ne provient pas toujours du déshuilage des graines, il peut constituer le résidu de la fabrication du lait de soya et renferme 4-5 % d'huile ; réduit en farine c'est un excellent aliment pour tous les animaux. Additionné de lait de soya il donne des résultats surprenants dans l'élevage des volailles.

II. — DANS L'INDUSTRIE

Le soya tient actuellement une situation particulière parmi les oléagineux ; il est moins apprécié pour l'importance de sa teneur en huile (18-20 %) que pour la valeur de ses sous-produits tourteau et dérivés.

a) *L'huile de soya* vient au deuxième rang de la production huilière du Japon, après celle de coco, et au quatrième rang de la production américaine. L'extraction s'effectue par deux méthodes avec intervention de la chaleur ; 1° *par pression :* en Chine et en Mandchourie à l'aide d'installations primitives (meules ou presses à vis de bois) ; au Japon, en Amérique, en Europe avec des techniques modernes rapides et à grand rendement (broyeurs à cylindres, traitement à la presse hydraulique ou la presse continue), la méthode à la presse hydraulique permet l'adaptation pour le traitement du soya d'un matériel employé pour les graines de lin. Par pression on obtient environ 150 kilos d'huile et 850 kilos de tourteau par tonne de soya traitée ; on peut ne laisser que 5 % environ d'huile dans le tourteau. 2° *Par solvant volatil* agissant à 60° maxima ; on utilise soit des mélanges (benzol et trichlorure d'éthylène ou tétrachlorure de carbone), soit du trichlorure d'éthylène seul. Avec les nouveaux extracteurs de son usine de Michigan, H. Ford, le constructeur américain, a adopté l'hexane, difficile à manier, trop dangereux pour les exploitations rurales mais avantageux en industrie bien organisée avec appareils hermétiques ; l'extraction par solvant ne laisse que 0,5-1 % d'huile dans le tourteau. Le raffinage complet est nécessaire pour l'huile alimentaire : filtration, neutralisation à l'aide de soude diluée, décoloration par absorbants (terre à foulon, charbons activés, tourbe, désodorisation par insufflation à chaud d'un gaz inerte ou de vapeurs d'eau.

L'huile de soya semi-siccative, renfermant 56 % de linoléine, de D = 0,925, semi-fluide, rougeâtre, d'odeur spéciale, de saveur qui déplait en général, mais qui s'élimine en partie par raffinage, se différencie de l'huile de lin par ses

indices moins élevés ; elle ressemble à l'huile de coton ; elle est employée : 1° *Dans l'alimentation :* Comme huile de table, pour la fabrication de graisses végétales, de margarines mixtes à 10-20 % de graisse animale, pour les conserves de poisson à l'huile ; 2° *En savonnerie-stéarinerie :* La neutralisation de ses acides gras libres dans le raffinage produit un savon bon marché ; mais seule elle ne peut constituer la base de savons durs, il faut pour cela l'associer (20-30 %) aux huiles concrètes et aux suifs ; avec la potasse, on obtient des savons mous, avec l'huile de lin elle peut servir à fabriquer des savons transparents. *Technique :* Chauffer légèrement une lessive de soude faible 10° B et ajouter un mélange huile de soya, suif ou graisse. Ebullition de 4-5 heures en agitant et en additionnant de lessive à 15 puis à 23° B et d'une solution de SO^4Fe à 1 %, puis d'une lessive à 30-40 % Nacl et marquant 24-28° B. Cuire pendant 45 minutes à 75° puis à température moins élevée jusqu'à ce que la masse devienne dure et forme des écailles. Couler dans des mises à 50-60°. Laisser 8-10 jours. Découper. En ajoutant de la résine on fait des savons mousseux. En Europe septentrionale et centrale, l'huile est largement employée en savonnerie, de même aux Etats-Unis par suite de la diminution de la production des huiles de coton et de lin. L'huile de soya hydrogénée, plus consistante (élévation de son point de fusion) a trouvé des débouchés dans l'alimentation et en savonnerie ; 3° *En peinture :* Huile semi-siccative, elle n'a aucun avantage sur l'huile de lin et ne peut la remplacer ; mais, étant très miscible, elle peut être mélangée (25 %) à de l'huile de lin très siccative et donner un produit très apprécié, qui sèche aussi bien que l'huile de lin employée seule ; mélangée (25 %) à l'huile de bois (huile de tung), elle donne des peintures vernissées, genre Ripolin, de bonne qualité ; 4° *En imperméabilisation,* elle sert à préparer des vernis séchant rapidement pour tissus, bois, cartons ; mélangée à l'huile de lin, elle entre dans la préparation du linoléum ; 5° *Autres emplois :* En Asie, elle sert comme huile d'éclairage ; directement comme combustible dans les moteurs à huile remplaçant les moteurs à essence : moteur Diesel ou semi-Diesel (tracteurs agricoles, poids lourds, moteurs fixes), permettant ainsi à la Chine du nord de résoudre le problème du carburant national ; dans nos colonies, cet emploi serait peut-être à envisager. Se prêtant à l'opération du « cracking », elle donne des huiles légères pouvant remplacer l'essence ; des huiles lubréfiantes qui, par mélange à l'huile blanche, peuvent servir au graissage. « Ressource végétale sans cesse renaissante, elle pourrait être utilisée, dit Matagrin, en cas de disette de pétrole », comme c'est le

cas actuellement, dont on ne peut prévoir la durée. Enfin, par un procédé allemand datant de 1915, elle sert à préparer un caoutchouc factice, assez souple pour être moulé, hydrofuge et pouvant remplacer le caoutchouc naturel comme imperméabilisant, mais moins élastique que lui. Par contre, mélangé au caoutchouc, le gel de soya donne une masse compacte inaltérable à l'air et à la lumière.

Elle peut encore entrer dans la composition des encres d'imprimerie, des lubréfiants, des combustibles, des explosifs.

b) *La lécithine végétale* (2 %) est un lipoïde constitué par un mélange de 1/3 de phosphatide donnant par dédoublement de la choline, et de 2/3 de cephéline donnant par dédoublement de la colamine, alors que le rapport est inverse dans la lécithine animale ; elle se présente sous forme de masse cireuse, jaunâtre si mal épurée, d'odeur spéciale, peu fusible, insoluble dans l'eau, soluble dans les corps gras et les solvants. L'industrie la prépare, depuis 1925, soit en partant du tourteau de soya obtenu par pression, soit mieux en partant de l'huile retirée par solvant (alcool-benzol) ; pour la protéger de l'oxydation et l'empêcher de rancir, on la conserve en solution dans un solvant volatil ou dans une huile épurée. Sous-produit de l'extraction de l'huile, assez coûteux à produire actuellement, l'Allemagne, d'après Matagrin, utilisait avant guerre de 500 à 600 tonnes par an de cette lécithine, ce qui est considérable pour un produit s'employant à faible dose. La lécithine du soya, caractérisée par sa capacité d'absorption, son pouvoir émulsif, son pouvoir catalyseur attribué à teneur en phosphore, est employée :

1° *Dans l'alimentation* à faible dose pour augmenter la valeur nutritive et la digestibilité des produits : ainsi en pâtisserie, pour aromatiser le beurre ; en confiserie, dans l'industrie chocolatière : « le chocolat, excellent aliment stimulant est de digestion difficile et constipant pour certains. Or, l'addition de 0,5 à 1 % de lécithine végétale augmente au maximum sa fluidité, facilite son émulsion dans les liquides aqueux et par suite sa digestibilité ».

2° *Dans l'industrie :* Depuis les travaux de Moureu et Dufraisse sur les « antioxygènes », on a cherché le meilleur antioxydant pour huiles et les graisses, et la lécithine du soya, à la dose de 1-2 % dans de l'huile de vaseline, a donné de bons résultats ; elle est employée notamment pour les gommes de caoutchouc qui, en vieillissant, perdent de leur élasticité : incorporée après vulcanisation, elle agit comme catalyseur antioxydant. On l'utilise comme lubréfiant pour les textiles (elle accroît la souplesse de la fibre) : traitement

des soies naturelles et artificielles, de la laine. Pour « nourrir » les cuirs en mégisserie et en corroierie : protégé de la corruption par le tannage, le cuir est revivifié en l'imprégnant de phosphatide qui conserve à la peau sa souplesse, favorise les absorptions ; la lécithine végétale moins onéreuse que la lécithine animale est plus stable que la lanoline. Enfin, grâce à son pouvoir émulsif, elle est utilisée en savonnerie (2-6 % en solution huileuse malaxée au savon), en teinturerie et dans la fabrication de cosmétiques ou « produits de beauté », où elle a été employée avec succès depuis 1932 en Europe centrale. Elle tend à se substituer à des produits chimiques, on l'associe à la cholestérine ou aux provitamines, tels que carotène, selon des formules données par Gattefosse, spécialiste le plus informé de ces questions dans notre pays. De là la nécessité de réglementer l'appellation des produits dits « lécithinés » et d'envisager la recherche et le dosage de la lécithine dans les mélanges de corps gras : chocolat, savon, produits de beauté.

c) *Le tourteau de soya* : Désigné sous le nom de « cake » dans les pays de langue anglaise, lorsque l'huilerie travaille à la presse hydraulique et qu'il retient un grande partie de la lécithine de la graisse ; il est appelé « farine résiduaire » ou « meal » lorsqu'il provient de la presse continue ou de l'épuisement par solvant volatil. Le rendement est d'environ 700 kilos par tonne de graines traitées et le prix en Europe avant la guerre de 1939 était de 800-900 francs la tonne, plus cher que les graines. Il a une valeur nutritive très élevée, renferme 45-48 % de protides (1), 5-8 % de lipides, 24-38 % de glucides, 5-6 % de cendres. Il se présente sous la forme de galettes ou de farine grossière. On l'emploie :

1) *Dans l'alimentation* : a) Des animaux, surtout en Amérique et en Europe pour l'élevage des jeunes bovins, porcins (0 kg 500-0 kg 800) ; des vaches laitières (d'après H. de Guerpel, exp. en Normandie, on pourrait en donner jusqu'à 2 kg 500 par ration journalière pour des animaux pesant 600 kilos : augmentation de rendement en lait) ; des volailles : en mélange, il est très apprécié pour l'engraissement et pour stimuler la ponte.

De l'étude faite par A. Rouest sur l'emploi du tourteau de soya dans l'alimentation des animaux, on peut tirer ce qui suit : 1° *Pour les vaches laitières* : L'élaboration du lait dans les mamelles exige la mise en œuvre d'une masse im-

(1) C'est le plus riche en protides avec celui d'arachides et même le tourteau d'arachides brut ne renferme que 30 %, ceux d'œillette et de noix 34 %, celui de lin 29 %.

portante de substances nutritives assimilables, d'une quantité notable de matières azotées ; les éleveurs s'en rendent compte puisqu'ils prodiguent les tourteaux pour compléter les racines et les fourrages qu'ils donnent en hiver à leurs animaux. Or, avec la vache laitière, la production d'une quantité de lait contenant 100 kilos de principes nutritifs est réalisée avec 300 kilos de tourteau, alors que pour obtenir le même résultat, il en faut 500 kilos chez le porc. C'est avant tout à la production du lait que les tourteaux doivent être affectés. Une étude comparative a été faite par l'auteur sur l'emploi des tourteaux de soya et d'arachide à la dose de 1 kilo 500 par tête et par jour dans une ration composée de betteraves fourragères, menues pailles et paille foin de trèfle, et sur des bêtes en pleine période de lactation. Résultats : sous l'influence du tourteau de soya, la production en lait est un peu plus forte que lorsque la ration comporte du tourteau d'arachides, lequel est cependant considéré comme très favorable à la lactation. Le lait obtenu est agréable au goût ; la légère diminution de matières grasses par litre est compensée par une lactation plus abondante ; le beurre, avec le soya, est d'excellente qualité, de bonne conservation et plus ferme, ce qui n'est pas négligeable pendant la période des chaleurs. 2° *Dans l'engraissement des animaux :* Porcs, moutons. Expérience : Avec mélange soya-lin à parties égales, le soya s'est montré un excellent succédané du tourteau d'arachide et supérieur à la farine de poisson employée comparativement.

En résumé, le tourteau de soya est un excellent aliment convenant à toutes nos espèces domestiques, celles-ci montrant même une préférence pour lui ; c'est un bon succédané des tourteaux d'arachide et de coton décortiqués. Le tourteau de soya constituant un aliment de haute valeur, l'huile ne serait plus alors qu'un sous-produit :

b) *Dans l'alimentation humaine.* — L'Orient consomme plus volontiers la fève ou sa farine complète que le tourteau parce qu'il n'est pas incommodé par l'odeur et la saveur de l'huile ; en Occident on préfère le tourteau frais, provenant de graines jaunes : il sert à préparer des produits de régime, en cuisine, en pâtisserie.

2) *Comme engrais :* Il est employé depuis des siècles en Chine, au Japon, dans les îles de la Sonde ; malgré sa richesse en azote (7 %), en phosphore (2,3 % de P 205), en potassium (2,9 % de potasse), ni l'Amérique, ni l'Europe ne l'utilisent.

3) *Dans l'industrie : a)* De même que la graine entière comme matière plastique (usines Ford) ; *b)* pour la fabrication de la « *caséine végétale* », surtout à l'étranger : Etats-Unis, Japon, Europe. Notre pays depuis 1904 extrayait la caséine du lait et était exportateur ; mais par suite de la guerre, les conditions sont changées. Des essais avaient déjà été entrepris en France avant 1914 par Beltzer, par Li Yu Ying. Actuellement, on extrait la caséine brute d'un lait de soya passé au filtre-presse, par précipitation ou par solvant. Par raffinage, on obtient une caséine pure et blanchie qui est utilisée : 1° *Dans l'alimentation :* En Europe centrale et en Russie, par centaines de tonnes en remplacement de la caséine du lait ; en boulangerie, en pâtisserie, sous forme de poudre ou de comprimés alimentaires ; dans la fabrication de fromages végétaux ; dans l'industrie pharmaceutique, elle pourrait servir comme excipient dans différentes préparations. Le résidu de l'industrie de la caséine constitue une *drèche* contenant surtout des hydrates de carbone et qui convient pour la fabrication d'aliments mélassés destinés au bétail. 2° *Dans l'industrie des matières plastiques :* en 1892, Trillat reconnaissait que le formol durcissait les albumines ; depuis 1900, de nombreux procédés ont été donnés pour durcir la caséine : la « soyalithe » pourrait rendre les mêmes services que la « galalithe » dans ses applications. Elle sert à préparer des colles pour papeterie, cartonnages, des peintures et enduits protecteurs pour bâtiments industriels sous forme de caséinates. Elle augmente le pouvoir mouillant des produits insecticides et anticryptogamiques à base de sels de cuivre et d'arsenic ; elle sert de liant pour mastic de greffage. Elle entre dans la fabrication de savons à 20 % de caséine : doux, fins, très solubles, fixant bien les parfums. En 1936, l'usine de la Viscose à Milan sortait le procédé Ferrette de fabrication de laine artificielle à la caséine du lait, sous le nom de « lanital ». Or, la caséine végétale du soya peut aussi convenir — et en 1938 des usines se montaient au Japon, puis en Italie (Milan) — pour l'exploitation de ce procédé.

Autres usages de la plante

1) La plante fraîche est utilisée comme *fourrage vert*, notamment aux Etats-Unis. La valeur alimentaire de ce fourrage se situe entre celles du trèfle et de la luzerne ; il a l'avantage de n'occuper le sol que pendant six mois de l'année, de venir au moment où les pâturages sont épuisés. Semer de mai à fin août après les céréales, c'est-à-dire après

avoir déchaumé pour débiter le soya en fourrage vert à la fin de l'année ; tous les animaux en sont friands. En France, selon les régions et les variétés employées, la récolte varie entre 20 et 30.000 kilos à l'hectare (semis 130-150 kilos à l'hectare en ligne ou à la volée), se transformant en 7.000 kilos environ de foin sec. En Amérique, on sème le soya fourrage avec du sorgho, du maïs et même du blé ; parfois, et cela dans les parties sèches ou semi-arides, avec des pois à vaches *(Vigina sinensis)* dans la proportion du double pour le soya.

Analyse de fourrages verts de soya, maïs, luzerne comparés (« Bureau of chemistery and soils de Washington ») :

	Protéine brute	Protéine digestive	Extrait non azoté	Huile	Fibre brute	Matières minérales
Soya	4,0	3,1	10,6	1,0	6,7	2,6
Maïs	2,0	1,1	15,5	0,9	6,7	1,5
Luzerne ..	4,7	3,6	11,0	0,8	8,0	2,6

Associé à d'autres fourrages verts moins riches en eau (maïs) à raison de 30-40 % maximum, il peut fournir un *ensilage* de qualité supérieure à celui du maïs seul, et qui convient parfaitement pour l'engraissement des bœufs et l'alimentation des truies en gestation. Pour l'ensilage, le fourrage est fané jusqu'à perte de 50 % de son poids, mis en fosse, tassé, puis recouvert d'une couche de terre de 0 m 50. En Amérique, l'ensilage du soya se fait surtout mélangé à du maïs ; de cette façon les éléments nutritifs sont bien équilibrés. La masse s'échauffe, brunit, et prend une odeur spéciale non désagréable.

Le *foin* de soya est tout à fait comparable au foin de trèfle, de luzerne et de sainfoin ; par sa richesse générale, il se place entre les deux premiers avec % : 15,8 de protéine brute, 11,2 de protéine digestible, 38,8 d'extrait non azoté, 3,8 d'huile, 24,3 de fibre brute et 8,9 de matières minérales. Donc excellent fourrage qui serait très apprécié dans l'alimentation des vaches laitières, des bœufs, des ovins, des porcs. On fauche avec la faux ou la faucheuse mécanique. Pour le séchage, on doit s'efforcer de ne pas briser les feuilles au moment du fanage, car elles ont une très grande valeur alimentaire. Laisser le foin se ressuyer sur le sol, de quelques heures à quelques jours suivant la région et l'état de l'atmosphère. Puis on en fait des moyettes ou on fait sécher sur siccateur (emploi des plus recommandables, car on en fait en somme de très grosses moyettes où l'air circule d'une façon parfaite ; le soleil ne peut pénétrer à l'intérieur de ces moyettes, ce qui donne un véritable séchage à l'ombre et sans perte de feuilles) ; sec, mettre en meule et

rentrer. Afin d'éviter l'échauffement, laisser une cheminée d'aération au centre de la meule et recouvrir celle-ci de paille. En résumé, le soya se différencie des autres plantes employées ordinairement comme fourrage (vert ou sec), par sa grande richesse en azote, en huile et en matières minérales. Ne pas le donner pur, mais toujours le mélanger et l'additionner d'un peu de sel.

2) *Comme engrais vert :* La plupart des légumineuses peuvent être utilisées ainsi ; cependant leur emploi est assez limité étant donné que chacune d'elles a un inconvénient qui l'empêche d'être d'un emploi général :

a) Le *trèfle* est très intéressant ; enfoui, il rapporte près de 300 kilos d'azote à l'hectare, mais sa graine est chère : il occupe le sol pendant au moins un an ; il ne prospère bien que dans des sols frais, argileux et argilo-calcaires qui ne redoutent pas la sécheresse. En résumé, il lui faut des terres plutôt riches et fraîches ;

b) *Le trèfle incarnat* occupe trop peu de temps le sol et ses racines sont trop faibles pour avoir une action améliorante. Il ne vient pas dans les terres manquant de calcaire ou pauvres en P 205, dans les terres argileuses ou trop riches en calcaire, qui s'égouttent mal ;

c) *La vesce d'hiver* exige des terres très saines et ne réussit pas dans les terres calcaires ;

d) *Le pois des champs* a une graine qui coûte cher et il lui faut des terres franches. De plus, il épuise fortement le sous-sol et ne doit revenir sur le terrain que tous les 7 ans ;

e) *La serradelle* a une graine chère, car difficile à récolter ; elle ne réussit pas dans les terres humides ;

f) *Les lupins :* jaune, blanc, bleu, pourraient rivaliser avec le soya et seraient des plantes sidératives par excellence, mais ils répugnent au calcaire, surtout le lupin jaune ; ce sont des plantes des sables purs ;

g) *La fèverole* est la légumineuse des pays à sols riches, là où la sidération est moins utile qu'ailleurs.

Or, le soya n'a pas toutes ces exigences : culture de printemps, il n'occupe le sol que 4-6 mois et se contente de tous les terrains qu'on lui offre. Si le lupin est la plante qui transforme les sables, le soya transformera les terres médiocres calcaires, ainsi que les terres argileuses. Il sera très utile pour l'enrichissement des terres devant porter des plantes sarclées : pommes de terre, betteraves fourragères, céréales. Il peut revenir sur lui-même sans inconvénient si on lui fournit des engrais minéraux. Il sera employé dans les

pays (Afrique du Nord) où on applique le système : jachère céréales et sera mis entre deux céréales, ex. : blé, soya vert, avoine ou orge. Il sera une bonne préparation et constituera une fumure économique pour le maïs en tête d'assolement. Donc, on peut considérer le soya comme un excellent engrais vert (comme le lupin) susceptible de restituer au sol jusqu'à 110 kilos d'azote à l'hectare.

3) *Les déchets de battage* au fléau ou à la machine sont assez volumineux puisque la plante entière donne 25 % de tiges, 34 % de gousses et 40 % de feuilles.

a) *La paille* serait plus nutritive que celles du blé et de l'avoine, et aurait une composition et une digestibilité analogues à la paille de fèverole ; mais, en raison de sa dureté, elle doit être broyée avant d'être distribuée au bétail. Pour l'utiliser dans l'affouragement des animaux, il faut la passer au hache-paille pour en obtenir des morceaux de 1-2 cm. de long, les mélanger avec des betteraves et laisser fermenter quelque jours.

Elle peut aussi être utilisée comme engrais, servir à préparer du furfurol réservé à divers usages industriels (raffinage des huiles de graissage, préparation des résines synthétiques et de matières plastiques), à l'obtention d'une pulpe convenant pour la fabrication de la soie artificielle (pulpe pour rayonne).

b) *Les gousses* en trempage de quelques jours dans une cuve jusqu'à ramollissement seront mélangées aux betteraves.

c) *Les feuilles* seront mélangées à des betteraves fermentées ou à de la mélasse.

d) *La tige* du soya peut être utilisée, car elle renferme des *fibres textiles* analogues à celles du jute, du chanvre, de la ramie. Pour isoler ces fibres on traite les tiges : 1° *par des procédés mécaniques* qui ont pour but d'isoler le plus possible les filaments textiles en les déboisant et en les débarrassant des sucs qui les enrobent, et ceci afin d'économiser le plus possible les produits chimiques employés dans la suite : faire passer les tiges entre des cylindres cannelés qui les broient, puis traiter par un violent courant d'au chaude pour enlever gommes, résines et sucs. Rincer à l'eau tiède puis froide ; 2° *par des procédés chimiques :* traiter à chaud par une solution alcaline (Co^3K^2 ou Co^3Na^2) pour séparer complètement les fibres, puis par une solution de SO^2 et ces fibres textiles totalement libérées sont lavées à l'eau chaude, blanchies à l'hypochlorate, rincées et séchées, puis filées.

Remarque I. — Soya, lupin (1) : deux plantes de la même famille, dont les cultures se complètent, sans se concurrencer ; en effet, alors que le soya demande des terres calcaires et riches sous un climat chaud et humide, le lupin peut pousser dans des terrains pauvres, non calcaires, sous un climat chaud, mais sec. Le lupin pourrait être facilement cultivé dans des terres en friches ; or, en 1938, il y avait en France 1.500.000 hectares de ces terres. Le soya croîtrait sur des meilleurs sols. Graines de lupin, graines de soya ont la même teneur en matières azotées : environ 40 %, mais ces dernières sont plus riches en huile (environ le double de celles du lupin blanc). Enfin, n'oublions pas que le lupin et le soya ont été étudiés à la même époque, presque parallèlement pourrait-on dire, en Allemagne, et cultivés l'un et l'autre dans ce pays.

Remarque II. — Dans une communication faite à la réunion du comité technique de l'Institut national du soya, à Paris, le 16 décembre 1943, M. Beau, ingénieur agronome, faisait remarquer qu'au point de vue légal en France, on ne peut pas employer dans le commerce les expressions « lait de soya » et « fromage de soya ». En effet, la loi du 20 juin 1934, destinée à protéger les produits laitiers, interdit d'employer les mots « lait, crème, beurre et fromage » pour désigner des produits alimentaires ayant le même aspect que les produits ainsi nommés et ne provenant pas exclusivement de lait animal.

Quant à la « caséine du soya », il est probable que le terme serait également interdit si ce produit venait à faire concurrence à la caséine animale sur le marché, à moins naturellement que l'on puisse démontrer que la protéine extraite sous le nom de « glysine » des grains de soya, est exactement le même corps que la caséine du lait. A ce sujet, M. Beau étudie la glycine en la comparant à la caséine, successivement aux différents points de vue suivants : 1° composition chimique élémentaire et décomposition en acides aminés ; 2° modes de préparation : triturage dans une solution de chlorure, dissolution dans un liquide alcalin, dialyse ; 3° propriétés plastiques et emplois industriels : préparation des matières plastiques, fabrication de colles à divers usages. M. Beau cite un travail inédit de Macheboeuf et M^lle^ Reiss, de l'Institut Pasteur, et aussi les essais semi-industriels de H. Beaufour sur les « caséines végétales », extraites tant des tourteaux d'arachides que des tourteaux de soya.

(1) A. Guillaume : « Les lupins sans alcaloïdes ou lupins doux » (Bull. Sc. pharm., 1940, t. 47, p. 187).

De tout cet examen résultent deux conclusions : 1° il y aurait grand intérêt à adopter un mode de préparation standard de la glycine donnant, sans dénaturation, toujours le même corps ; 2° actuellement il ne paraît y avoir aucune identité entre la glycine et la caséine. Il y a même des différnces telles qu'il est peu probable qu'il s'agisse d'une même espèce chimique.

Dans ces conditions, il vaudrait sans doute mieux abandonner complètement le terme « caséine du soya » qui prête à confusion et employer d'une part pour les complexes protidiques que l'on extrait par une méthode quelconque des grains de soya, le terme général de « légumin du soya » ; d'autre part, pour la protéine pure suceptible d'être séparée de ces complexes le terme de « glycinine ». Cependant, d'après A. Boutroux, pharmacien, il ne semble pas que l'industrie des dérivés du lait puisse refuser à la globuline complexe extraite du tourteau de soya la dénomination de « caséine végétale ». En effet cette « protéine végétale » présente des propriétés chimiques, physiques et biologiques comparables à celles de la protéine lactique : 1° au point de vue *chimique*, l'analyse élémentaire prouve que c'est une protéine : à peu près les mêmes acides aminés que dans la caséine du lait ; 2° au point de vue *physique*, la caséine végétale précipite et se coagule en milieu acide ou salin comme la caséine du lait. La présure coagule le lait de soya comme le lait de voche. 3° au point de vue *alimentaire*, la caséine du soya constitue une ration azotée suffisante pour les petits animaux qui montrent une courbe de croissance satisfaisante. Pour le nourrisson, on doit reconnaître que, pour une alimentation de longue durée, l'addition au régime de lactalbumine, riche en certains acides aminés de croissance, est indispensable. Mais l'expérience chimique a montré que les sujets intolérants au lait de vache suportaient très bien le lait de soya pur, voire même coupé d'un peu de lait de vache. 4° au point de vue *industriel*, l'extraction de la caséine végétale à l'état pur, c'est-à-dire débarrassée d'hydrates de carbone colloïdaux (pentosanes, substances gommeuses) présente des difficultés. En France, même actuellement, dit encore A. Boutroux, cette extraction ne paraît pas rentable, mais il est probable que si, par suite de circonstances particulières et imprévues, le lait de vache écrémé restait très revalorisé par rapport aux graines oléagineuses, la caséine végétale pourrait concurrencer la caséine animale.

Ainsi donc, il y a plus d'un terme de comparaison entre protéine végétale extraite du soya et protéine lactique, et il n'y a pas d'inconvénients majeurs à ce que le terme caséine suivi du qualificatif « végétal » puisse couvrir la glycinine du soya.

IV. — TRAVAIL DE LABORATOIRE

Nous avons envisagé de préparer avec la graine de soya toute la gamme des produits dérivés de cette plante et pouvant servir soit dans l'alimentation, soit dans l'industrie.

I. — DANS L'ALIMENTATION HUMAINE

a) AVEC LA GRAINE : 1° *Cuisson de la graine,* après macération préalable de 24 heures (pour la ramollir) dans de l'eau bicarbonatée ; addition de condiments pour masquer sa saveur.

2° *Préparation des germes :* Dans une caisse, sur sable fin humecté d'eau. Emploi après blanchissement, soit en salades, soit en légumes après cuisson dans l'eau salée, poivrée, additionnée de beurre ; les servir avec un peu de citron.

3° *Grains torréfiées :* Pour préparer cette boisson digestive, quotidienne dont le Français ne saurait se passer qu'avec regret, on utilisait avant guerre soit le café complet titrant environ 1 % de caféine, soit le café décaféiné qui, d'après le décret de 1932, ne devait pas renfermer plus de 0,05 % de caféine. Actuellement, et depuis cette guerre, on ne peut qu'employer les succédanés de café, mélanges de produits végétaux dans lesquels il entre du café en plus ou moins grande quantité, qu'il ne faut pas confondre, ainsi qu'on le fait souvent, avec les produits de remplacement ou de substitution du café : ces derniers sont également des mélanges, mais dans lesquels le café est absent.

Nous avons essayé récemment avec M. le Professeur Guillaume, de préparer la boisson de café avec des mélanges de grains, torréfiés séparément : d'une part de l'orge et d'autre part des graines de soya, de lupin et des grains

de café. Grâce à l'amabilité du directeur d'une importante maison de torréfaction de café de Clermont-Ferrand, qui dispose dans son modeste laboratoire d'une petite boule à torréfier pour ses essais, nous avons pu obtenir la torréfaction à point de grains d'orge, de graines de *Soya hispida* et de *Lupinus albus* (à défaut de lupin bleu ou « lupin à café » que nous n'avons pu nous procurer).

Le « Café de soya » est utilisé depuis 50 ans en Europe centrale pour remplacer le café de glands doux et, en partie, le vrai café. Pour le préparer, toutes les variétés de graines peuvent être utilisées, mais A. Rouest conseille d'employer de préférence les graines à tégument clair dont la torréfaction est plus facile à surveiller, et qui doit être arrêtée lorsque la couleur de la graine devient brunâtre.

En France, le lupin bleu : *Lupinus angustifolius* est cultivé depuis déjà longtemps, en Bretagne surtout et dans quelques départements de l'ouest comme produit de substitution du café sous le nom de « lupin à café » ou de « café de jardin ». Le lupin considéré par les Allemands, à l'issue de l'autre guerre, comme une plante d'avenir pour leur pays, était employé par eux depuis plusieurs années avant 1939 (le lupin blanc surtout) comme ersatz de café.

Avec les grains torréfiés ci-dessus et une petite quantité de grains de café torréfiés qui nous a été cédée, nous avons effectué les mélanges suivants lesquels nous ont servi à préparer un café-boisson dans la proportion de 5 gr. de poudre, soit une cuillerée à café et demie par 100 cm^3, c'est-à-dire une tasse d'infusé (1) ; nous donnons ci-dessous les résultats au point de vue des caractères organoleptiques :

1. — *Produits de substitution ou de remplacement*, obtenu avec orge comme support et soya, lupin : 1) *orge et soya à 5 et à 10 % :* saveur agréable, mais faible surtout avec le 5 % ; 2) *orge et lupin à 5 et à 10 % :* saveur amère, fortement prononcée avec le mélange à 10 % qui, pour certains, est désagréable, pour d'autres au contraire facilement acceptable ; 3) *mélange orge et lupin = soya à 5 % ââ :* l'amertume du lupin a presque entièrement disparu, couverte par la saveur du soya ; le mélange est plus agréable au goût que les produits à base de lupin seul ou de soya seul ; celui à 10 % est de goût agréable.

(1) Avant guerre on employait souvent 10 gr. de poudre de café complet pour faire une bonne tasse de café ; mais à l'époque actuelle les tickets n° 3 de la carte d'alimentation ne permettant d'obtenir que 150 gr. par personne et par mois de succédané de café, on n'utilise le plus souvent que 5 gr. maximum de poudre et parfois même une cuillerée à café, soit 3 gr. 30 pour une tasse d'infusion.

En augmentant la dose de poudre (10 gr. au lieu de 5) par tasse d'infusion on obtient des boissons plus amères et l'on peut, en somme, s'en tenir facilement à la dose de 5 gr. par tasse.

2. — *Succédanés du café :* Nous avons préparé des *mélanges orge et lupin-café* à 5 et à 10 % ââ, dont la saveur des infusions est encore légèrement amère, mais qui nous ont paru plus agréables au goût que ceux avec lupin, soya ââ, le café donnant un arôme que, malgré tout, le soya ne possède pas avec les *mélanges orge et soya-café* à 5 et à 10 % ââ, la saveur est franchement agréable et l'association du soya au café semble très bien convenir pour donner une excellente boisson digestive. Enfin dans les *mélanges orge et lupin, soya, café* à 5 et à 10 % ââ, l'amertume du lupin est à peine sensible et on obtient ainsi une boisson riche en principes utiles 30 %, de saveur très agréable et qui peut très bien convenir pour remplacer la boisson digestive de café d'avant-guerre. En somme, les mélanges contenant du lupin peuvent être utilisés pour le café du matin, le lupin remplaçant la chicorée plus ou moins déficitaire momentanément ; les mélanges avec soya, café pourront se servir pour les boissons de café de la journée.

En résumé, l'association du soya au lupin comme produit de remplacement donne une infusion qui bien que légèrement faible, nous paraît de saveur agréable, celle des trois produits lupin, soya, café nous a semblé excellente et très recommandable à l'heure présente. Elle a un avantage sur la boisson de café d'avant-guerre, celui de renfermer beaucoup moins de caféine : en effet, en admettant pour une tasse de café complet (environ 100 cm^3) la dose de 10 gr. de poudre de café à 1 % de caféine, on avait avant guerre environ 0,10 de caféine par tasse. Actuellement avec les succédanés à 10 % (lupin, soya, café ââ) et la dose de 5 gr. de poudre par tasse on obtient des infusions renfermant seulement le 1/20 de la dose ci-dessus de caféine, soit 0 gr. 005. Or, d'après l'étude que l'un de nous a faite en 1935 sur les *Cafés décaféinés* (dont la teneur maximum en caféine est de 0,05 %), avec 10 gr. de ces produits par tasse d'infusion, on avait également des boissons à 0 gr. 005 de caféine par tasse.

Ainsi donc en utilisant les mélanges ci-dessus à 10 % de café on aurait des infusions semblables (au point de vue teneur en caféine) à celles préparées avant-guerre avec les cafés décaféinés du commerce (dont quatre marques principales existaient sur le marché parisien). N'oublions pas que si, lors de son apparition dans le commerce d'alimentation

(1910) et dans les années qui ont suivi, le café décaféiné était surtout réservé aux malades (1), dans la période entre les deux guerres il semblait être définitivement acquis à la consommation générale, aussi bien des gens en bonne santé et qui désiraient le rester, que des malades. N'oublions pas non plus que c'est une idée française (la publication du mémoire de G. Bertrand en 1902 sur le *Coffea Humblotiana*, originaire de la grande Comore) qui aurait incité un industriel allemand de Brême à mettre au point le premier procédé d'obtention dans le monde, du café décaféiné.

D'autre part, en 1935, dans l'analyse chimique des cafés décaféinés et des cafés complets par comparaison, que nous avons faite, nous avons montré que la teneur en matières solubilisées des premiers était assez voisine de celle des seconds puisque l'on pouvait obtenir avec ls cafés décaféinés des boissons de café à 22 gr. 5 % de matières solubles, titrant environ 0 gr. 007 de caféine par tasse, c'est-à-dire de même valeur dans l'alimentation (teneur en principes utiles) que l'infusé ordinaire de café complet, mais ayant une teneur beaucoup plus faible en caféine.

Or, avec les mélanges que nous avons préparés, surtout avec orge et lupin, soya, café, nous avons des boissons digestives aussi pauvres en caféine qu'avec les cafés décaféinés, par conséquent beaucoup moins excitantes qu'avec le café complet, ce qui est un gros avantage dans la période de nervosité que nous traversons, et aussi riches en matières utiles solubilisées qu'avec le café d'avant-guerre, puisque nous avons trouvé près de 30 % gr. dans les infusions préparées.

4° *Lait végétal :* Macération des fèves jaunes dans dix fois leur poids d'eau, de 12 à 36 heures ; passer au hachoir universel (ou au moulin), en faisant couler de l'eau sur la pulpe pour obtenir une pâte fine, laisser fermenter pour solubiliser les protéines, ébullition de 20 minutes, filtrer sur coton (ou mieux passer à la presse à main), puis filtrer sur gaze fine : émulsion ressemblant au lait de vache, pouvant être mélangée à ce dernier ou à la boisson de café dans l'alimentation humaine, après addition de sucre et de sels, ou pouvant servir à nourrir les jeunes animaux à l'étable. *Dérivés du lait de soya :* Poudre de lait, lait concentré, laits fermentés semblables au yogourth ou au képhir après addi-

(1) En effet, il était admis que, chez les sujets excitables, les arthritiques, les nerveux, la consommation habituelle de la « tasse de café » complet, par sa caféine, présentait des inconvénients. Mais, ainsi que le faisaient remarquer Em. Perrot et A. Chevalier en 1910, il n'y a pas certitude absolue que ce soit la caféine seule qui agisse sur le cœur du buveur de café, et l'action excitante occasionnée semble due aussi aux produits de la torréfaction.

tion de sucre et de ferments lactiques, fromages de soya rappelant le roquefort ou bien ressemblant au fromage de chèvre, au gruyère.

5° *Fèves fermentées*, servant à préparer des condiments et des sauces asiatiques, très riches en acides aminés, et à relever la saveur des préparations à base de riz, des bouillons de légumes.

b) AVEC LA FARINE : Demi-torréfaction des graines de soya jusqu'à graines légèrement brunes ; moudre au moulin à café : farine à goût de noisette que l'on obtient parfois sans torréfier, mais en enlevant à la poudre son odeur et sa saveur particulières par de l'air surchauffé. Emplois :

1° *Pain complet* à 20-30 % maximum de farine de soya : comparer avec le pain de lupin préparé par M. le Professeur Guillaume après la grande guerre (1918) et en 1941, à 20 % de farine de lupin blanc ;

2° *Pains de régime pour diabétiques :* Formules du Dr Lecerf (1888), de Bourdin à Reims, du Dr Le Goff (1910-1919), pain de soya Heudebert de Nanterre (dans l'entre-deux guerres et actuellement) ;

3° *Faux pâtés de viande*, avec deux parties de farine de soya cuite, une partie de pommes de terre, une de filets de harengs hachés (ou autre poisson) ;

4° *Soyenta :* Pâte cuite au four et servie sous forme de boulettes, obtenues avec un mélange à parties égales de purée de pommes de terre et de soya ;

5° *Comprimés alimentaires :* Pour la confection instantanée de potages ou de sauces, et semblables à ceux utilisés dans l'armée allemande pour la nourriture du combattant ;

6° *En pâtisserie :* A la dose de 10-20 % : gâteaux, biscuits, biscottes ;

7° *Pâtes alimentaires. Chocolat de soya. Confiture de soya*, en délayant une purée de soya (obtenue avec de la farine cuite dans de l'eau salée) dans une solution aqueuse de miel, et faisant cuire.

II. — DANS L'ALIMENTATION DES ANIMAUX DE LA FERME

a) *Graine :* Après trempage de 24 heures pour les bovins ; concassage et mélange à de la paille pour les chevaux ; broyage et emploi dans les pâtées avec son et sorgho pour animaux de basse-cour.

b) *Tourteaux* à 1 % d'huile.

III. — DANS L'INDUSTRIE

a) HUILE DE SOYA : Par pression ou par solvant volatil (benzol, trichlorure d'éthylène ou tétrachlorure de carbone). Emplois :

1° *Huile alimentaire,* huile de table, margarines mixtes à 10-20 % de graisse animale, conserves de poisson à l'huile.

2° *Huile industrielle :* Savons durs (avec autres huiles ou suifs), savons mous (à la potasse), savons transparents (avec huile de lin). En peinture : mélange à 25 % avec huile de lin : très siccatif. En imperméabilisation : vernis, linoléum. Après le « cracking » : huiles légères, lubrifiants pour le graissage. Caoutchouc factice.

b) LECITHINE DU SOYA, obtenue en partant du tourteau, par pression, ou mieux de l'huile extraite au benzol. Emplois :

1° *Dans l'alimentation :* A faible dose pour augmenter la valeur nutritive et la digestibilité des produits, ex. chocolat lécithiné à 1 % ;

2° *Dans l'industrie :* Comme antioxydant, à la dose de 1 % dans l'huile de vaseline, pour les huiles et les graisses ; comme lubréfiant pour les textiles ; pour « nourrir » les cuirs ; comme émulsif en savonnerie, en teinturerie et dans la fabrication des cosmétiques.

c) TOURTEAU DE SOYA : Galette ou farine grossière. Emplois :

1° *Dans l'alimentation des animaux :* Pour l'élevage des jeunes.

2° *Dans l'alimentation humaine :* De préférence aux graines et à la farine (à cause de la saveur et de l'odeur particulières de l'huile), en cuisine, pâtisserie, produits de régime.

3° *Comme engrais.*

4° *Dans l'industrie,* soit comme matière plastique, soit pour la fabrication de la caséine végétale, par précipitation ou par un solvant et raffinage. Cette *caséine* est employée : a) *dans l'alimentation,* poudre, comprimés en boulangerie, pâtisserie, fromagerie ; dans l'*industrie pharmaceutique* comme excipient. La *drèche* résiduaire sert à fabriquer des aliments mélassés pour le bétail. b) *dans l'industrie des matières plastiques :* Durcie par le formol sous forme de soyalithe, pour préparer des colles, peintures et enduits (caséinates) ; c) *comme émulsif* dans l'industrie des insecticides, de la laine artificielle.

CONCLUSIONS GENERALES

I. — IMPORTANCE DE LA CULTURE DU SOYA HISPIDA OU POIS OLEAGINEUX DANS LE MONDE

Originaire de Mandchourie, il est cultivé depuis plusieurs millénaires par les Chinois qui en font avec le riz leur principal aliment. Actuellement sa culture s'est étendue dans toutes les parties du monde, du 21° latitude sud au 60° latitude nord. D'après J. Bordas (1940), les graines de soya se classent en tête de la production mondiale avec celles du coton : près de 12 millions de tonnes pour ces dernières, près de 8 millions pour le soya.

a) *En Extrême-Orient,* le soya est surtout cultivé en Chine, en Mandchourie et en Corée, au Japon, dans les Indes Néerlandaises, les Indes anglaises, l'Indochine.

b) *Aux Etats-Unis,* cultivé surtout pour fourrage dans les Etats du sud ; pour semences et vente à la consommation alimentaire (nourriture des animaux domestiques) et industrielle dans les Etats du nord. Le choix des variétés selon les climats et les sols a été déterminé par les Laboratoires et Stations expérimentales d'agriculture. Son importance industrielle (notamment pour la fabrication de produits alimentaires) s'est accrue d'une façon considérable depuis la grande guerre, sous l'impulsion du célèbre industriel H. Ford qui s'est fait l'apôtre de l'utilisation intégrale du soya, devenu aux Etats-Unis l' « aliment national ».

c) *En Europe,* le soya importé d'Asie d'abord puis d'Amérique, est à l'étude au point de vue culture et utilisation dans presque tous les pays depuis 1920.

d) *L'Allemagne,* dans l'entre-deux guerres, a importé de fortes quantités de graines de soya à la fois pour cultiver, non sur son sol dont le climat est défavorable, mais surtout dans les pays balkaniques soumis à son influence : Bulgarie,

Roumanie, Hongrie, Autriche, et pour constituer une réserve de matières premières oléagineuses en prévision d'un conflit armé.

e) *L'Italie*, pendant la même période, a développé l'acclimatation et la culture sur son sol.

f) *La Russie*, surtout en Ukraine, a propagé la culture du soya. Le gouvernement des Soviets a vu là une ressource pour lutter contre la famine à l'intérieur, un élément fructueux d'exportation ; mais la culture n'a pas donné les rendements escomptés.

g) *En France*, la culture du soya est passée par plusieurs phases :

1° *Avant la guerre de 1914 :* Essais de cultures dans la région parisienne par la Société d'Horticulture d'Etampes : échecs, dus à l'emploi de variétés tardives et au manque de débouchés de la graine. Campagne organisée par les hygiénistes en faveur du soya. Création en 1910, aux portes de Paris, d'une usine : la « Caséo-soyanine » par une société chinoise, pour vulgariser l'emploi du soya. Analyses de la farine et du tourteau par les laboratoires du Ministère de l'Agriculture.

2° *Dans l'entre-deux guerres :* Essais de culture du soya pour graines, non seulement pour l'huile qui n'était plus considérée que comme un sous-produit, mais pour le tourteau (applications alimentaires et industrielles) ; essais par la maison Boulanger-Dausse à Etrechy, près d'Etampes, par L. Rouest de 1921 à 1936 dans le Midi de la France (essais de sélection de variétés hâtives), H. de Guerpel en Basse-Normandie, Ch. Brioux en Haute-Normandie, Schad à Clermont-Ferrand, J. Bordas à Avignon, etc...

3° *Actuellement*, il existe en France et en Afrique du Nord des variétés qui semblent acclimatées et qu'il nous faudra développer au maximum dans les régions les plus favorables : a) *de la métropole*, pour mettre rapidement à la disposition des industriels une huile, un aliment azoté de choix, de la caséine ; b) *des colonies*, pour fournir aux farines destinées à alimenter les indigènes, l'élément azoté qui leur fait défaut. Mais toute une adaptation reste encore à faire avant, de livrer le soya à la grande culture ; ce sera la troisième phase vers laquelle on tend. Il faut donc maintenant choisir parmi les variétés acclimatées celles qui conviennent le mieux à la fois à l'agriculture et aux industries utilisatrices.

Pour cette *culture en grand*, disait Ant. Rouest en 1942, il faudrait au moins en France 500.000 hectares de soya, ce qui nous donnerait environ un million de tonnes de graines nous permettant de réduire considérablement nos importations en matières grasses et autres.

II. — CARACTERES BOTANIQUES

Le *Soya hispida* ressemble au haricot nain ; toute la plante est couverte de poils de couleur variable ; les gousses velues contiennent de 2 à 5 graines. Les variétés sont très nombreuses à cause de son immense répartition dans le temps et dans l'espace. Il existe des variétés très précoces mûrissant leurs graines en 70-80 jours et d'autres très tardives demandant 200-250 jours, et tous les intermédiaires.

D'après Schad, le choix des variétés dépend surtout du *climat* et aussi du *sol*, et varie suivant le but que l'on se propose : graine ou fourrage. Pour les variétés pour graines, on doit tenir compte à la fois de la précocité et du rendement élevé, caractères qui semblent antagonistes et qu'il faut concilier.

1° *Climat :* Trois facteurs interviennent : a) *la pluviosité ;* le soya demande de l'eau en abondance en juillet-août. Dans les pays à étés secs, il faut semer tôt pour permettre le développement des racines latérales ; b) *la température* optimum est comprise entre 24 et 25° ; sa période de végétation est comprise entre les gelées de printemps et celles d'automne ; une température supérieure à 20° est nécessaire à la floraison et à la formation des gousses ; c) *la durée du jour* a une grande importance sur son développement ; le soya est une plante à jours courts. Plus la durée du jour augmente, plus la durée de végétation est allongée. La taille des plantes augmente avec la durée du jour. En somme la durée de végétation et l'époque de la floraison sont sous la dépendance de deux facteurs essentiels : durée du jour et température, facteurs qui permettent de déterminer les régions les plus favorables à la culture du soya en France : partie au sud de la Loire, dans les régions à vigne et à maïs, ex. bassin d'Aquitaine, région du Centre, vallée de la Garonne. Les variétés les mieux adaptées en France sont les variétés précoces américaines cultivées au nord du 46° latitude, les variétés allemandes et les sélections de Rouest. L'expérimentation permettra de déterminer dans chaque groupe les variétés convenant le mieux à chaque région, au point de vue de la productivité. En résumé, la culture du soya en France est possible dans les régions à étés chauds et assez humides.

2° *Sols :* Mêmes exigences que le maïs et le blé ; il réussit dans les sols profonds, riches en humus, frais en été, et préfère les sols argilo-sableux.

III. — CULTURE PROPREMENT DITE

En France, le soya *est cultivé surtout pour la graine.*

— a) *Préparation du sol :* Le soya peut être cultivé sur le même terrain pendant plusieurs années, avec rendement appréciable, si on lui donne des fumures phosphatées et potassiques. C'est une culture nettoyante, enrichissant gratuitement le sol en azote : d'où plante sarclée à placer en tête d'assolement. Le sol doit être ameubli en profondeur et contenir une réserve d'eau. Le soya est une plante exigeante comme fumure ; ne pas faire de soya pour graine uniquement sur une fumure de fumier de ferme ; des engrais chimiques sont nécessaires.

1° *L'apport d'engrais azotés* dans les sols pauvres est indispensable pour assurer une bonne récolte. Dans les sols riches et neufs, les nodosités du soya étant déterminées par une bactérie spécifique, il est nécessaire de la fournir : l'inoculation des graines peut être faite soit par l'apport de terre provenant d'un champ de soya riche en nodosités, soit en mélangeant cette terre humide aux semences, soit encore, et de préférence, en utilisant des cultures bactériennes pures de laboratoire, ex. Nitragine du commerce, pour arroser les graines. La culture du soya enrichit le sol en azote dans la proportion de 60-100 kilos par hectare.

2° *L'apport d'engrais phosphatés et potassiques* est très efficace, diminuant la durée de végétation et augmentant la teneur en protides et glucides du grain.

— b) *Semailles :* Le soya, sensible aux gelées, est semé assez tardivement de mai au 15 mars suivant que l'on descend du Nord vers le Midi. Le semis à la volée est réservé au soya fourrage ; le soya pour graines est semé en lignes jumelées ou en quinconces et paquets de 2-3 graines, environ 40 kilos par hectare. Mêmes soins d'entretien que pour une culture sarclée : deux binages, buttage léger.

Cultures intercalaires : En Extrême-Orient, le soya est cultivé avec des graminées, ex. maïs et sorgho ; aux Etats-Unis, on pratique le mélange soya-maïs, mais pour l'ensilage ; en France, A. Rouest a fait des essais avec diverses plantes : pommes de terre hâtives, haricots hâtifs, soya. Soya dans plantations de vigne.

— c) *Récolte :* Aux Etats-Unis, où l'on cultive de grandes surfaces de soya, elle est faite à la moissonneuse-batteuse, ce qui évite l'égrenage. En France, où les cultures sont de peu d'étendues, on récolte à la main, soit par arrachage des

plantes, soit en coupant les tiges, de préférence le matin à la rosée. C'est la déhiscence des gousses qui guide pour l'époque de la récolte ; celle-ci ne doit pas être trop tôt (réduction de rendement) ni trop tard (pertes par égrenage). Parfois on laisse mûrir les graines sur le champ, parfois on rentre à la ferme et on sèche dans une grange. Battage plusieurs semaines après la récolte quand les graines sont bien sèches : au fléau ou à la machine. Nettoyage. Conservation en couches minces (30 cm. maximum) dans un local sec et aéré. Les rendements en graines varient suivant de nombreux facteurs ; dans la région de Clermont : moyenne 18 quintaux à l'hectare.

L'extension de la culture du soya a été envisagée dans le nord de l'Afrique, mais elle est limitée par l'insuffisance des pluies estivales.

Par sélection des graines, on cherche à obtenir des lignées répondant à toutes les exigences de culture.

Le prix de revient moyen de la culture a été évalué en 1940 à 2.500 francs l'hectare avec un rendement de 12 quintaux.

Des résultats d'essais de cultures en France ont été donnés pour 1941 : *d'une part* par J. Bordas pour le Midi de la France : a) *influence du sol :* bon rendement dans le type de sol « pédocalcique » des vallées : basse-vallée du Rhône, Provence, Languedoc, Limagne d'Auvergne ; b) les variétés Rouest employées ont encore besoin d'être sélectionnées ; c) *cycle de végétation :* variétés précoces et demi-précoces (95-110 jours) pour le Centre, la vallée du Rhône, la région de Toulouse ; variétés semi-tardives (120-125 jours) à grande production, ailleurs ; d) *influence des engrais* phosphatés et surtout potassiques ;

D'autre part par Blanchard : Culture au nord de la Loire (région parisienne) avec des variétés assez précoces qui ont mûri leurs graines en septembre-octobre.

Jusqu'ici en France, il n'y a *d'insectes parasites* spécifiques du soya. Cependant en 1942, Suire a signalé la chenille d'un microlépidoptère : la *Pyrale des haricots*, genre *Etiella*, qui a ravagé les plantations de haricots dans différentes régions : Bordeaux, Toulouse ; elle est connue à l'étranger : Amérique, Afrique, Indes anglaises et néerlandaises, aussi en Europe ; en France, elle cause en général peu de dommages. Mais l'augmentation de la culture des haricots, les essais de culture de soya, la sécheresse en 1941-1942 et 1943 ont favorisé sa multiplication. Cette chenille de couleur verdâtre ou lie de vin se rencontre au printemps dans les gousses vertes, puis elle perfore les graines, qu'elle

quitte en août pour se nymphoser dans le sol. Attaque du soya surtout en période de sécheresse, car il reste plus frais que les autres légumineuses. Moyens de lutte restreints : irrigation du sol, labours profonds pour tuer les nymphes dans le sol.

Conclusions : Parmi les raisons économiques qui avaient empêché la culture du soya de se développer avant cette guerre, figure l'absence de débouchés stables et rémunérateurs. Mais la guerre a situé le problème sous un aspect différent ; nous manquons de lipides, protides et autres éléments nutritifs que le soya peut fournir. D'où la culture de cette plante mérite d'être développée dans certaines régions de notre pays, si certaines questions d'ordre technique : variétés intéressantes, fourniture de semences ; d'ordre économique : prix rémunérateur pour la culture, sont résolus. Cette culture doit être encouragée officiellement, des contrats de culture doivent être souscrits entre producteurs et coopératives de soya qui se chargeront de fournir les graines sélectionnées. Cette année, la culture en grand est envisagée.

IV. — COMPOSITION CHIMIQUE DES GRAINES DE SOYA

C'est la plus riche de toutes les graines de légumineuses employées à l'alimentation de l'homme. D'après L. Mila (1942) : 30-46 % de protides, 11-24 % de lipides, environ 25 % de glucides dont 5 % maximum d'amidon, 3-6 % de matières minérales. La graine contient donc en abondance (ce qui est plutôt rare) à la fois matières grasses et azotées, d'où son importance alimentaire et industrielle. Les matières azotées comprennent surtout de la caséine végétale ; les matières grasses : 1° *de l'huile de soya*, demi-siccative, de teneur faible en acides gras saturés, mais assez riche en oléine, linoléine, linolénine, ce qui explique qu'elle convient aussi bien dans l'alimentation que dans l'industrie ; 2° *de la lécithine de soya*, constituée comme la lécithine animale, mais en proportions différentes, par un mélange de phosphatide et de céphaline ; 3° un sucre, identique à la galactane et donnant par hydrolyse du galactose ; une faible teneur en cellulose ; très peu d'amidon comme dans la graine de lupin, par suite de la présence de diastases énergiques (diastase amylolytique) ; des matières minérales, surtout phosphatées et potassiques, une forte proportion d'azote total ; deux vitamines liposolubles A et D, une assez grande abondance de stérol utilisé dans l'industrie des hormones de synthèse.

V. — L'UTILISATION DU SOYA DANS L'ALIMENTATION ET DANS L'INDUSTRIE

Les années 1941-42-43 auront marqué une période préliminaire de culture pendant laquelle, à l'aide de graines sélectionnées, on pourra constituer dans toute la France et en Afrique du Nord, un stock important de graines acclimatées aux différentes régions (climat et sol), pour envisager la culture en grand dès 1944. Mais il ne suffit pas de cultiver, il faut encore que les graines récoltées, vendues, puissent avoir des débouchés soit dans l'alimentation française, soit dans l'industrie de notre pays.

1° *Dans l'alimentation.* — α) *Alimentation humaine :* La graine de soya, grâce à sa composition : richesse en lipides, protides, même glucides, et aussi en matières minérales phosphorées et en vitamines, grâce à sa facile digestibilité et utilisation dans l'organisme, présente un avantage très marqué sur toutes les autres graines. Le soya constitue avec le riz la base de l'alimentation de toute la race jaune ; il remplace la viande, mais, à part quelques variétés, il n'a pas été jusqu'ici très utilisé par la cuisine familiale française : sa cuisson est assez difficile, son goût pas très savoureux. Cependant, il pourrait être employé au même titre que la plupart de nos légumes secs (sans les concurrencer) si on savait l'accommoder au goût européen et même français ; il est même plus nourrissant qu'eux. Ce n'est pas un « ersatz », c'est un aliment supplémentaire très précieux, de forte valeur nutritive. Les Allemands l'ont bien compris puisque, dès 1940, les soldats étaient ravitaillés pour plusieurs jours à l'aide de boulettes au soya. Aussi le soya est-il appelé à prendre une place de premier ordre dans l'alimentation humaine, surtout après transformation.

α) *La graine.* — Pour bien cuire la fève, on la fait macérer au préalable dans de l'eau bicarbonatée ; pour masquer sa saveur de haricot vert, on l'additionne de condiments ; les germes de soya sont employés soit en salades, soit en légumes après blanchissement ; les graines torréfiées, à préparer des produits de remplacement du café et des succédanés du café (café de soya).

Le lait de soya ou lait végétal est obtenu par macération des graines dans l'eau, broyage au moulin en présence d'eau : la pâte fine obtenue est abandonnée à la fermentation pour solubiliser les protéines ; après ébullition et filtration, on aura une émulsion, de saveur de haricot, d'odeur de

malt qui, pour la nourriture humaine, peut être mélangée au lait de vache ou à la boisson de café ; mais il n'est pas destiné à concurrencer le lait animal : simplement à favoriser l'élevage des jeunes animaux de la ferme et, par suite, permettre de réserver exclusivement à l'alimentation humaine le lait de vache et ses dérivés, le lait de soya remplaçant pour les jeunes le lait de la mère ; et aussi à diminuer les frais de régime lacté, permettant à l'éleveur d'en augmenter la durée, ce qui aura pour conséquence l'amélioration de notre race bovine. Le tourteau servira à confectionner des pâtées pour les animaux. *Dérivés du lait de soya :* celui-ci peut être utilisé en poudre ou sous forme de lait concentré, de lait fermenté (analogue au képhir et au yogourth), de fromages de soya. Les fèves fermentées servent aux Asiatiques à préparer des condiments et des sauces.

β) *La farine de soya*, dont on peut enlever l'odeur et la saveur particulières, soit par l'action d'air surchauffé, soit par légère torréfaction du grain (goût de noisette), est employée : 1° en boulangerie, pour la fabrication de pains complets (enrichissement en protéines), de pains de régime pour diabétiques ; 2° dans l'art culinaire, pour augmenter la valeur nutritive de divers plats, de potages, de sauces (comprimés alimentaires) ; 3° en pâtisserie, préparation de gâteaux, de biscottes ; 4° fabrication de pâtes alimentaires (vermicelles, macaroni), de confitures, de chocolat, de faux pâtés de viande.

2° *Dans l'industrie :* Actuellement le soya est plus appré-

b) *Aliment du bétail.*

cié pour la valeur des sous-produits : tourteau et dérivés, que pour sa teneur en huile 18-20 %.

L'huile de soya est obtenue par pression ou à l'aide de solvants volatils agissant à 60° maxima ; l'huile raffinée est employée dans l'alimentation (huile de table, margarines mixtes, conserves de poisson) ; elle sert en savonnerie-stéarinerie, associée aux suifs et aux huiles concrètes : savons mousseux et savons transparents ; en peinture : huile semi-siccative, elle est mélangée à l'huile de lin pour la fabrication de peintures vernissées (genre Ripolin) ; en imperméabilisation pour préparer des vernis, du linoléum. En Asie, elle est employée comme huile d'éclairage ; directement comme carburant dans les moteurs à huile ; après « cracking » elle donne des huiles légères pour remplacer l'essence, des huiles lubréfiantes pour le graissage ; elle sert à préparer un caoutchouc factice imperméabilisant.

La lécithine végétale (2 %) est obtenue en partant du tourteau, ou mieux de l'huile retirée par solvant, et conservée en solution pour éviter l'oxydation (solution huileuse ou dans un solvant) ; elle est employée dans l'alimentation à faible dose, pour augmenter la digestibilité et la valeur nutritive des produits (chocolaterie notamment). Dans l'industrie, comme antioxydant pour les huiles et les graisses, pour le caoutchouc, comme lubréfiant dans les textiles, pour « nourrir » les cuirs en mégisserie et corroierie, comme émulsif en savonnerie, en teinturerie et dans la fabrication des cosmétiques. D'où la nécessité de réglementer l'appellation des produits dits « lécithinés » et d'envisager la recherche et le dosage de la lécithine dans les mélanges.

Le tourteau de soya, appelé « cake » quand il contient de la lécithine, « farine résiduaire » en son absence. Une tonne de graine en fournit environ 700 kilos dont le prix, avant cette guerre, était supérieur à celui de la graine. De valeur nutritive très élevée, il est utilisé : dans la nourriture des jeunes animaux à la ferme (exp. d'Ant. Rouest sur les vaches laitières : augmentation de production d'un lait agréable, beurre plus ferme d'excellente qualité et conservation) ; pour l'engraissement des animaux : porcs, moutons, en mélange avec le lin. En somme bon succédané des tourteaux d'arachide et de coton décortiqués ; dans l'alimentation humaine, en Orient : fève ou farine complète car les orientaux ne sont pas incommodés par l'odeur et la saveur de l'huile ; en Occident : tourteaux frais, surtout de graines jaunes : produits de régime, cuisine, pâtisserie ; comme engrais en Extrême-Orient; dans l'industrie, comme matière plastique et pour la fabrication de la *caséine végétale*, en partant d'un lait de soya. La drèche résiduaire sert à préparer des aliments mélassés pour le bétail. La caséine raffinée, est utilisée : dans l'alimentation, en remplacement de la caséine du lait, en boulangerie, en pâtisserie, en fromagerie, et pourrait l'être dans l'industrie pharmaceutique (1), dans l'industrie des matières plastiques : la soyalithe pouvant remplacer la galalithe ; dans la préparation des colles, peintures et enduits protecteurs ; pour augmenter le pouvoir mouillant d'insecticides et anticryptogamiques, pour la fabrication de la laine artificielle.

AUTRES USAGES DE LA PLANTE. — 1° *Comme fourrage vert*, le soya présente certains avantages : production environ 25.000 kilos à l'hectare ; associé au maïs il fournit un ensilage supérieur pour les animaux ; *fourrage sec* (foin) :

(1) En poudre, en comprimés.

environ 7.000 kilos à l'hectare, fourrage très riche en azote, en matières minérales.

2° *Comme engrais vert,* il présente certains avantages sur la plupart des légumineuses employées ainsi (même sur le lupin), capable de restituer au sol jusqu'à 110 kilos d'azote à l'hectare.

3° *Déchets de battage :* Paille, gousses et feuilles.

VI. — TRAVAIL DE LABORATOIRE

Nous terminons le travail de mise au point de la question du soya par un petit exposé (sous forme de tableau) des préparations que nous avions envisagé d'effectuer au laboratoire, mais que le défaut de graines nous a empêché de réaliser ainsi que nous l'aurions voulu.

PRODUITS DERIVES DU SOYA ET UTILISES : 1° *Dans l'alimentation humaine :* a) *Avec la graine :* Cuisson de la graine, préparation de germes ; torréfaction de graines : infusion à base de grains d'orge torréfiés et détermination des caractères organoleptiques avec :

1) *Les produits de remplacement du café :* Lupin à 5 et à 10 %, soya à 5 et à 10 % ; lupin, soya à 5 et à 10 % ää ; 2) *Les succédanés du café :* lupin, café à 5 et à 10 % ää ; soya, café à 5 et à 10 % ää ; lupin, soya, café à 5 et à 10 % ää. Ces derniers mélanges donnent des infusions ayant la même teneur en caféine que celle obtenue avec les cafés décaféinés d'avant guerre et possèdent par conséquent les mêmes avantages au point de vue santé que ces derniers qui étaient de plus en plus appréciés avant 1939, même valeur nutritive puisque nous avons reconnu par l'analyse qu'ils étaient aussi riches en matières utiles solubilisées (30 %) que les infusions obtenues avec café décaféiné et même avec café complet.

Lait végétal, dérivés du lait de soya.

b) *Avec la farine :* Pain complet, pains de régime pour diabétiques, pâtes alimentaires ; confiture de soya ; chocolat de soya.

2° *Dans l'alimentation des animaux de ferme :* Graine, tourteau.

3° *Dans l'industrie :* Huile de soya ; huile alimentaire ; huile industrielle. Lécithine végétale ; usages dans l'alimentation et dans l'industrie. Tourteau de soya : emploi dans l'alimentation des animaux, dans l'alimentation humaine, comme engrais, dans l'industrie ; caséine végétale. Usages de celle-ci dans l'alimentation, l'industrie des matières plastiques, comme émulsif.

BIBLIOGRAPHIE DU SOYA

1. HABERLANDT : Die Soyabohne, Vienne 1878.
2. PAILLEUX : Le Soya. Paris 1881.
3. PAILLEUX et BOIS : Le potager d'un curieux. Paris 1899, p. 575-625.
4. Pharmacien Colonel BLOCH : Le Soya. Sa culture. Sa composition. Son emploi en médecine et dans l'alimentation. *Bull. Sc. Pharm.* 1907, p. 536-551 et 593-606.
5. J. LE GOFF : Le soya dans l'alimentation des diabétiques. *Gazette des hôpitaux*, 1910-23-3 ; 1911-7-3 ; 1919-17-11.
6. E. COLLIN : La graine, la poudre et le tourteau de soya. *Annales des falsifications* 1910.
7. F. G. BELTZER : Les industries du lactose et la caséine végétale du soya. *Revue scientifique*, 1911-10-6. — Etudes sur la caséine végétale du soya et ses applications. *Revue scientifique*, 1911-2, p. 716.
8. H. LABBE : Le soya et ses usages. *Revue scientifique* 1911-2-17.
9. LI-YU-YING et L. GRANDVOINNET : Le soya, sa culture, ses usages alimentaires, thérapeutiques, agricoles et industriels. Paris 1912.
10. M. FURSTENBERG : Die Soya. Berlin 1917.
11. R. LEPINE : Le soya et le lait de soya. *Revue scientifique* 1919, p. 373.
12. L. ROUEST : Le soya et son lait végétal. Paris 1921.
13. H. GAY : La culture et les usages du soya. *Revue bot. appliquée.* 1935-5-6, p. 309-324 et 447-453.
14. H. DE GUERPEL : La culture du soya en Normandie. *Revue bot. appliquée* 1935 t. 15, p. 186-188.
15. L. ROUEST et H. DE GUERPEL : Le soya français et ses applications agricoles et industrielles (préface de L. BRETIGNIÈRE). Châteauroux 1936.
16. Le soya dans le monde. *Institut International d'agriculture.* Rome 1936.
17. R. SALGUES : Etude agronomique et chimique de quelques soyas cultivés en France. *Rev. bot. appliquée.* 1937, t. 18, N° 194, p. 724.
18. J. BALZLI : Kleine Soya-Fivel. Zürich, éditions Alb. Mütler, 1938.

19. A. Matagrin : Le soya et les industries du soya. Paris 1939 (Gauthier-Villars, éd.).

20. J. Bordas : Le soya et son rôle alimentaire. Paris 1937. — Le soya : état actuel de la question en France. Montpellier 1940.

21. Rapports du Centre de Recherches agronomiques du Massif Central 1938-39 et 1939-40.

22. C. Schad : Le rôle du soya dans l'économie nationale. *Communication Soc. Hist. nat. d'Auvergne*, déc. 1940. — Possibilités de culture du soya en France et données pratiques sur cette culture. *C. R. Acad. Agric.* (10-2-1943, p. 103-108, 11-1943 et 12-1943).

23. J. Choppin de Janvry : Les corps gras de remplacement et l'extension de la culture du soya, *Rev. bot. appliquée* 1940. — La vérité sur le soya, 1941.

24. J. Pitrou : Le soya. Son utilisation dans l'alimentation du bétail. (Vigot Frères, éd.) 1940.

25. M. Blanchard : Le soya en France. *Sté d'Editions*, Paris 1941. — La culture du soya au nord de la Loire. *C. R. Acad. agric.* 1942, N° 3, p. 475.

26. G. Desgrandchamps : Notice sur la culture du soya.

27. P. Fivel : Guide de culture du soya.

28. P. Chouard : Un plan d'action sur le problème du soya en France pour 1941. *Rev. des agriculteurs de France*, 1941.

29. A. Rouest : Le soya français. (Préface de J. Bordas.) 1942, Argenton.

30. A. Guillaume : L'utilisation du soya dans l'alimentation et dans l'industrie. *Rev. bot. appliquée* 247-248, 1942, p. 101. — A. Guillaume et Ch. Lefranc : Les cafés décaféinés : leur teneur en caféine et leur valeur dans l'alimentation. *Bull. Soc. Pharm.* 1935, 42, p. 14. — Note sur l'origine du café décaféiné. *Bull. Soc. Pharm.* 1935, 42, p. 346.

31. J. Bordas : Résultats des essais de culture du soya en 1941. *C. R. Acad. agric.* 1942, N° 3, p. 208.

32. Suire : Attaque du soya par la pyrale des haricots *Etiella Zincenella* tr. *C. R. Acad. agric.* 1943, N° 10, p. 293 ; et G. Nicolas : La pyrale du haricot dans la région toulousaine. id. 1943, N° 18, p. 495.

33. R. Muls : Le soya, plante aux multiples usages. *La voix paysanne*. 1944, N° 9.

34. Institut National du soya. Manuel de l'utilisation du soya à la ferme. Paris 1944.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION 7

I. — LA CULTURE DU SOYA 9
1° Historique ; son origine et son importance . . 9
2° Ses caractères botaniques ; ses variétés cultivées ; climat ; sols 19
3° Sa culture proprement dite 29
Cultures intercalaires 33
Conclusions 43

II. — LA COMPOSITION CHIMIQUE DES GRAINES DE SOYA 45
Protides 46
Lipides ; Huile et Lécithine de Soya 46
Glucides 47
Matières minérales ; Diastases ; Vitamines, Soyastérol 48

III. — L'UTILISATION DU SOYA DANS L'ALIMENTATION ET DANS L'INDUSTRIE 49
1° Dans l'alimentation ; alimentation humaine : fève entière et farine 50
2° Dans l'industrie ; huile de Soya ; lécithine végétale ; tourteau de Soya ; emplois alimentaires et industriels 61

IV. — TRAVAIL DE LABORATOIRE 73
Tableau résumé de l'emploi du Soya ; expériences 73

CONCLUSIONS GÉNÉRALES 79

BIBLIOGRAPHIE 89

Vu : Clermont-Ferrand, le 23 avril 1944.

Le Président du Jury :
A. GUILLAUME.

VU ET APPROUVÉ :

Clermont-Ferrand, le 24 avril 1944.

Le Doyen de la Faculté de Pharmacie :

Pour le Doyen :
L'Assesseur :
Y. VOLMAR.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Clermont-Ferrand, le 25 avril 1944

Le Recteur de l'Académie
Président du Conseil de l'Université.

Pour le Recteur :
Le Vice-Président du Conseil de l'Université,
André FORSTER.

C.O.I.A.C.L. 31.24.20
C. L. 10.083. – 20-6-44. — N° 42 Dépôt 2e Tr. 1944.
Imp. Générale, J. de Bussac, 2, cours Sablon, Clermont-Fd. — 7-44